Koninklijke Akademie van Wetenschappen,
te Amsterdam.

VERSLAGEN

VAN DE

GEWONE VERGADERINGEN

DER

WIS- EN NATUURKUNDIGE AFDEELING

van 30 Mei 1896 tot 21 April 1897.

DEEL V. (1896/7)

AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
Mei 1897.

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN.

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE

op Zaterdag 30 Mei 1896.

Voorzitter: de Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.
Secretaris: de Heer C. A. J. A. OUDEMANS.

Het Proces-Verbaal der vorige zitting wordt gelezen en goedgekeurd.

Ingekomen zijn:

1°. Brieven van den Minister van Binnenlandsche Zaken (27 April en 2 Mei 1896), waarin wordt medegedeeld, dat H. M. de Koningin-Regentes de keuzen heeft goedgekeurd van de Heeren: H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN, tot Voorzitter; B. J. SOKVIS, tot Onder-Voorzitter; J. D. VAN DER WAALS, tot Secretaris; H. HAGA, Hoogleeraar te Groningen en H. J. HAMBURGER, Leeraar aan 's Rijks Veeartsenijschool te Utrecht, tot gewone; K. WEIERSTRASS, te Berlijn en A. KOWALEVSKY, te St. Petersburg, tot buiten-

landsche Leden van de Wis- en Natuurkundige Afdeeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen.

2°. Brieven van de Heeren HAGA, HAMBURGER en WEIERSTRASS (8, 7 en 13 Mei 1896), waarin zij, onder dankzegging voor de hun ten deel gevallen onderscheiding, verklaren het lidmaatschap der Afdeeling te aanvaarden.

De Heeren HAGA en HAMBURGER worden ter vergadering binnengeleid door de Heeren VAN WIJHE en MARTIN, en door den Voorzitter verwelkomd.

3°. Brief van den Heer PLACE, waarin hij zich over zijne afwezigheid verontschuldigt.

4°. Brief van den Heer P. DROSTE te Haarlem, een der bewindvoerders van het P. W. KORTHALS-fonds, met het bericht, dat er opnieuw *f* 600.- beschikbaar zijn voor eenig doel met betrekking tot de bevordering der kruidkunde. Naar aanleiding hiervan worden de botanische Leden der Afdeeling door den Voorzitter uitgenoodigd zich tot eene Commissie te vereenigen, om een voorstel over het gebruik dier gelden voor de Afdeeling in gereedheid te brengen, dat in September a.s. ter tafel zou kunnen komen.

5°. Brief van den Heer Dr. E. GILTAY ter begeleiding van een kort verslag der onderzoekingen, door hem in 's Lands Plantentuin te Buitenzorg verricht, gedurende zijn verblijf aldaar van 3 September 1895 tot 22 Januari 1896. — Het stuk zal in het Zittingsverslag der Afdeeling worden opgenomen. (Zie blz. 18).

6°. Brief van den Minister van Binnenlandsche Zaken (21 Mei 1896), de mededeeling behelzend, dat er van 28 September tot 30 October a.s. te Clermont-Ferrand een Congres gehouden zal worden voor hydrologie, climatologie en geologie, en dat van wege de Commissie voor het Congres de wensch te kennen werd gegeven, dat ook de Nederlandsche Regeering zich aldaar zou doen vertegenwoordigen. De Minister oppert mitsdien de vraag of er, en zoo ja welke, leden der Afdeeling geneigd zouden zijn, zich als vertegenwoordigers der Regeering naar Clermont-Ferrand te laten afvaardigen. Daar geen der leden daartoe op dit oogenblik bereid schijnt te zijn, zal de vraag in de Junivergadering herhaald worden.

— De Voorzitter verzoekt aan de Heeren SURINGAR, RAUWENHOFF en MOLL, als Hoogleeraren in de Plantenkunde aan de Rijks-Universiteiten, in September of October den persoon aan te wijzen, aan wien in 1897 eene zending naar het Buitenzorgsche station zou kunnen worden opgedragen. Genoemde Heeren verklaren zich daartoe bereid.

— De Secretaris leest, op verzoek des Voorzitters, den brief, die, kort na de April-Vergadering, aan den Minister van Binnenlandsche Zaken verzonden werd met het verzoek, den Heer Dr. E. DUBOIS in de gelegenheid te stellen, de fossielen en andere voorwerpen, door hem uit Java meêgebracht, en aan wier bijeenzameling uit de Staatskas reeds *f* 65000.— ten koste werd gelegd, te bewerken en aan de wetenschappelijke wereld bekend te maken. De Heer MARTIN voegt hieraan toe, dat door den Heer DUBOIS een ministerieel schrijven ontvangen werd, waarin hem die bewerking werd opgedragen en wel op dezelfde voorwaarden, als die de Afdeeling de eer had aan den Minister voor te dragen, zoodat er nu geen grond meer bestaat, voor den achteruitgang dier verzameling te vreezen.

Natuurkunde. — In beraadslaging komt het Rapport der Commissie (de Heeren VAN DER WAALS, LELY, KORTEWEG, HOOGEWERFF) over het gevaar van de aanwezigheid van gecomprimeerde gassen in het Natuurkundig Laboratorium te Leiden, hetwelk gedrukt aan de Leden werd rondgezonden en dus niet behoeft te worden voorgelezen. De Commissie zelve verzoekt, bij monde van haren Voorzitter, dat in het gedrukte stuk eenige weinig beteekenende redactieveranderingen gebracht en enkele drukfouten worden verbeterd.

Het luidt als volgt:

De Commissie, in de Februarivergadering der Afdeeling benoemd om rapport uit te brengen over de Missive van ZExc. den Minister van Binnenl. Zaken betreffende het natuurkundig laboratorium te Leiden, heeft de in haar handen gestelde stukken zorgvuldig overwogen. Zij heeft bovendien kennis genomen van tal van stukken, bijeengebracht door den Directeur van bovengenoemd laboratorium, betrekking hebbende op de inrichting der andere kryogene laboratoria van beteekenis in het buitenland. Deze stukken omvatten verder gegevens omtrent de wijze van vervaardiging en beproeving op veiligheid van de bussen, bestemd voor gecomprimeerde gassen, omtrent de ligging der werkplaatsen in het buitenland waar de bussen gevuld worden, de hoeveelheid van gevulde bussen, die gemiddeld voorhanden zijn in zulke werkplaatsen. Verder den uitslag van officiëel onderzoek, in gevallen waarin dergelijke bussen door springen rampen hebben veroorzaakt, en eindelijk een schets van een theoretisch onderzoek, ter beoordeeling van den omvang van het gevaar, dat zulke bussen kunnen veroorzaken.

De stukken, die de Missive van den Minister vergezelden, zijn, behalve de aanvrage van vergunning voor het vervaardigen, in bewaring hebben en gebruik maken van samengeperste en door samen-

persing vloeibaar gemaakte gassen in het natuurkundig laboratorium te Leiden: 1°. het verslag van de Commissie van Gedeputeerde Staten van Zuidholland, inhoudende de bezwaren van Burgemeester en Wethouders van Leiden, van het departement Leiden van de Maatschappij tot Nut van 't Algemeen en van den Directeur van het Anatomisch Kabinet, en het advies dier Commissie; 2°. een schrijven van Curatoren der Rijks-Universiteit te Leiden, eveneens inhoudende bezwaren tegen het inwilligen van het verzoek tot vergunning; 3°. een nota van den Directeur van het Nat. Lab., ter weerlegging van de gerezen bezwaren.

Ten einde tot overeenstemming te geraken over haar in deze zaak te geven advies, heeft de Commissie zich eerst de vraag gesteld, afgezien van alle theoretische beschouwingen omtrent den omvang van het gevaar, dat van een kryogeen laboratorium te duchten is, hoe de meening in het buitenland daaromtrent is. De zaak is toch niet geheel nieuw. Reeds sedert eenige jaren bestaan kryogene laboratoria. In de eerste plaats noemen wij dat van Prof. DEWAR in het gebouw der Royal Institution in Albemarle-street, op weinig schreden afstand van Piccadilly, een der drukke straten van Londen. Deze inrichting, een der leden uwer Commissie een 5-tal jaren geleden door aanschouwing meer van nabij bekend geworden, is gevestigd in een gedeelte van het gebouw, waar FARADAY zijn onderzoekingen heeft gedaan, en dat daardoor een voorwerp van hooge vereering voor ieder Engelschman is geworden. Onmiddellijk boven de lokalen, waar de gasmotor van 100 P.K. en de bussen met gecomprimeerde gassen zich bevinden, is de Lecture-Room, die dikwijls gevuld is niet alleen met wetenschappelijke mannen, maar ook met leden der aristokratische familiën, waaronder enkele malen leden der koninklijke familie. Uwe Commissie, om er zich van te overtuigen of in dat 5-tal jaren de toestand misschien veranderd was, heeft den Heer ONNES verzocht naar den tegenwoordigen toestand aan Prof. DEWAR te vragen. Het schrijven van Prof. DEWAR voegen wij als bijlage I ter kennisneming voor de Leden der Akademie hierbij. Uit dat schrijven blijkt dat in Londen nimmer een bezwaar tegen het kryogeen laboratorium met het oog op de veiligheid gemaakt is.

In de tweede plaats noemen wij het laboratorium van Prof. OLSZEWSKI in Krakau. Ook van Prof. OLSZEWSKI hebben wij een brief, dien wij als bijlage II den leden der Akademie ter kennisneming toezenden, en waaruit blijkt 1°. dat tegen dat laboratorium nooit klachten zijn gerezen en 2°. zijn meening, dat zulk een laboratorium *voor de naaste omgeving* niet in het minst gevaarlijk is.

En eindelijk noemen wij ook de kryogene inrichting van Prof. PICTET in Berlijn, van waaruit ook de verzekering werd ontvangen, dat er nimmer bezwaren tegen gerezen waren. Daar de kryogene inrichting van Prof. PICTET echter nauw verbonden is aan een industrieele inrichting, vermelden wij dit slechts volledigheidshalve.

Om er ons van te overtuigen of de ligging van het laboratorium te Leiden van zoodanig bijzonderen aard zou zijn, dat bezwaren, die elders niet bestaan, daar wel bestaan zouden, hebben wij de ligging in verband met de ingebrachte bezwaren nog in oogenschouw genomen en, wat ons trouwens in hoofdzaak wel bekend was, bevonden, dat het van andere dan akademische gebouwen óf door een breede straat en gracht, óf door een breede straat gescheiden is. De gebouwen waar het mede samenhangt, zijn: het chemisch laboratorium, waarvan de Directeuren geen bezwaren hebben ingebracht, — en op onze vraag getuigden die ook niet te gevoelen — en het Anatomisch Kabinet, waarvan de Direkteur wel bezwaren ingebracht heeft — en dat ook inderdaad onmiddellijk aan het natuurkundig laboratorium grenst.

Nu erkennen wij natuurlijk gaarne dat het feit, dat er noch te Londen, noch te Krakau, noch te Berlijn gevaar van een kryogeen laboratorium gevreesd wordt, niet absoluut bewijst dat zulk een gevaar niet bestaat. Toch, dunkt ons, is het van groote beteekenis, dat juist zij, die aan het hoofd van zulk een inrichting staan, en die dus beter dan iemand anders het al of niet aanwezig zijn van zulk een gevaar hebben leeren beoordeelen, blijkbaar zoo eenstemmig zijn in de meening, dat een kryogeen laboratorium voor de omgeving geen grootere of andere gevaren teweeg brengt dan een natuurkundig of chemisch laboratorium, waar onderzoekingen op ander gebied gedaan worden. 't Is waar, dat dikwerf de opmerking gemaakt wordt, dat gemeenzaam worden met een gevaar zorgeloos maakt voor dat gevaar. Maar dat zal toch wel alleen gelden voor zulke personen, die de hoegrootheid van een gevaar niet beoordeelen kunnen en niet voor wetenschappelijke mannen, wier werk het is, de processen, die zij ten uitvoer brengen, in hun wezen te doorgronden en dus ook den omvang van de gevaren, die deze veroorzaken kunnen, te leeren kennen. Moge nu en dan in de opeenhooping van een veel grooter aantal bussen tot industrieëele doeleinden, gevaar gezien, en bij uitzondering ook ondervonden zijn, men begrijpt aldaar, dat zulk een gevaar afwezig is, waar die bussen door bij uitnemendheid deskundige personen en met alle door de wetenschap aangewezen voorzorgen worden gebruikt. Bo-

vendien blijkt uit de afwezigheid van klachten en beperkende bepalingen, dat hun gevoelen in het buitenland algemeen gedeeld wordt.

Daar er nu zulk een schrille tegenspraak blijkt te bestaan tusschen de meening van hen, die wij als deskundigen beschouwen moeten en de meening die van verschillende zijden in Leiden is uitgesproken, hebben wij de gevaren die gevreesd worden, voor zoo ver zij eenigszins nader aangeduid zijn geworden, overwogen.

Zoo wordt vanwege het Leidsche Departement van de Maatschappij tot Nut van 't Algemeen bezwaar gemaakt tegen een „verzameling ontplofbare toestellen". Ook in het bezwaarschrift vanwege het Anatomisch Kabinet wordt gesproken van ontploffingen, die bij de physische bewerkingen, zooals die bij het aanvragen der vergunning bedoeld zijn zouden kunnen voorkomen, en die vooral noodlottig zouden kunnen worden voor het gebouw en de verzamelingen, en misschien ook voor personen aanwezig in het Anatomisch Kabinet. In het bezwaarschrift van Burgemeester en Wethouders van Leiden worden eveneens mogelijke ontploffingen genoemd en er in het bijzonder op gewezen, dat in geval van brand een bus met gecomprimeerd gas ontplofbaar is, en in geval dat gas brandbaar is, zulk een bus nog veel gevaarlijker is.

Het komt ons voor, door dit herhaald bezigen van het woord „ontploffingen", dat die bezwaren hun oorsprong vinden in een verwarring van bussen met samengeperste gassen, met stoffen als buskruit of schietkatoen, in het algemeen met zulke stoffen, waarin *scheikundig* arbeidsvermogen voorhanden is. In zulke gevallen kunnen werkelijk in een ruimte, niet grooter dan een bus, groote hoeveelheden energie opgehoopt zijn, — hoeveelheden, die ook voor de omgeving noodlottig zouden kunnen worden. Maar bij bussen met gecomprimeerde gassen is de voorhanden hoeveelheid energie van *natuurkundigen* aard en die hoeveelheden zijn voor gelijk volume veel minder dan de eerstgenoemde, zoodat het gebruik van het woord „ontploffing" voor het geval dat zulk een bus springen mocht, tot geheel overdreven vrees zou kunnen voeren.

Reeds zonder dat wij dat verschil door theoretische berekeningen in het licht stellen, kan het betrekkelijk weinig gevaar, dat bussen met samengeperste gassen opleveren, uit de ervaring blijken.

Zoo vinden wij in het „Report of the committee appointed to „inquire into the causes of the explosion and the precautions to „insure the safety of cylinders of compressed gas" — Blue book of 1896, een opgave van de ongevallen in een tiental jaren veroorzaakt. Het opgegeven getal bedraagt hoogstens 20. En ofschoon

Prof. ONNES, die op allerhande wijze inlichtingen over het aantal en den aard der ongevallen heeft weten in te winnen, enkele ongevallen opnoemt, die in het Report niet medegedeeld worden, en dus het werkelijk aantal grooter is dan daar is te vinden, valt dat getal geheel in het niet bij het reusachtig aantal van die bussen, die overal in Europa verspreid zijn.

Zoo wordt in het Report medegedeeld, dat alleen BRIN's Oxygen Company in 1894 de vulling leverde van 100.000 cylinders; van een „Carbonic acid gas-company" wordt in hetzelfde jaar het aantal vullingen op 75.000 gesteld. Van SERGOT te Parijs vonden wij, dat die in 3 jaren tijds 6000 nieuwe bussen voor zuurstof en koolzuur vervaardigde. Neemt men nu in aanmerking dat èn bussen met koolzuur èn bussen met zuurstof grootendeels in handen komen van personen, die niet gewend zijn aan het verrichten van natuurkundige waarnemingen, dan valt in het oog, dat gelijkstelling van zulke cylinders met ontplofbare toestellen een dwaling is. Zeker, het springen van zulk een bus is gevaarlijk; maar zooals Prof. OLSZEWSKI in zijn brief zegt, voor den waarnemer zelf, en niet voor hen, die in een daar naast gelegen vertrek aanwezig zijn. En aan dergelijke gevaren zijn onze scheikundigen schier dagelijks blootgesteld, zonder dat het ooit iemand in de gedachte gekomen is hun dat te verbieden.

Daarenboven is het, zooals reeds door ons werd opgemerkt, juist in een kryogeen laboratorium te wachten, dat de gevaren voor den waarnemer zelf en voor hen die hem daarbij behulpzaam zijn tot een minimum zijn teruggebracht. Worden elders, bijv. waar bussen zuurstof voor projectie gebezigd worden, zulke cylinders geheel als hulpmiddel, geheel als bijzaak beschouwd — in een kryogeen laboratorium worden zij hoofdzaken, en kan alle aandacht op haar vallen. Daar zijn zij genommerd, is van elk der bussen de inhoud dien zij nog bevatten, de datum, waarop zij het laatst weder gevuld zijn, opgeteekend; bestaat de gelegenheid om ze op gezette tijden weder op haar sterkte te beproeven, worden zij van elkander gescheiden bewaard, wordt er voor gezorgd dat nimmer een bus die voor het eene gas gediend heeft, voor een ander wordt gebezigd. Daar kan er voor gezorgd worden, dat de bussen bij die fabrikanten besteld worden, die de meeste waarborgen voor veiligheid leveren. In het kort daar is, menschelijker wijze gesproken, absolute veiligheid te verkrijgen.

De theorie stelt ons in staat de gevaarlijkheid der cylinders te vergelijken met de gevaarlijkheid van stoffen en toestellen, die allerwege in zekere hoeveelheid of afmetingen worden toegelaten. Wij

zullen, ter vergelijking, de hoeveelheid beschikbare energie bij het springen van een bus stellen naast die van 3 kilogram buskruit (een hoeveelheid, waarvan het bezit en het vervoer zonder belemmering wordt toegelaten) en naast die welke beschikbaar is bij het springen van een stoomketel. Deze laatste is ook van physischen aard en zou, bij gelijk volume, met die van een cylinder vergelijkbaar worden. Volgens SARRAU (zie GEY v. PITTIUS Mil. Spect. 1896, pag. 66) is per kilogram buskruit het berekend arbeidsvermogen 271,000 KGM. Proefondervindelijk is de nuttige arbeid gebleken 80,000 KGM. Dus representeeren 3 kilogram buskruit een hoeveelheid arbeidsvermogen voor vernieling beschikbaar, dat wij zeker boven 240,000 KGM. stellen kunnen. Nemen wij bij een stoomketel aan, dat het springen veroorzaakt wordt doordat de stoomspanning, uit welke oorzaak dan ook — gestegen is boven de normale grens van veiligheid van den ketel — en dat gedurende den korten tijd van de ramp geen warmte aan den stoom wordt medegedeeld, zoodat de uitzetting van den stoom een isentropisch proces is, dan zijn begindruk en einddruk, en dus ook begintemperatuur en eindtemperatuur bekend, en daaruit is, volgens de regels der mechanische warmtetheorie, de uitwendige arbeid voor de vernieling beschikbaar te berekenen.

Wij kunnen dat bij een stoomketel, die bij een overdruk van 12 atmosferen bezwijkt, op 4280 KGM. per kilogram stellen. Vergelijken wij dit getal met de berekende 271,000 per kilogram buskruit, dan valt het verschil in het oog tusschen de hoeveelheid energie van chemischen aard of van physischen. Dat een stoomketel toch gevaarlijk is, is dus eerst te begrijpen, als men let op het groot aantal kilogrammen water dat de ketel bevat. Zoo wordt voor een ketel, die 1 kubieke meter water bevatten zou, dus voor een ruimte die als stoomketel klein is, de berekende energie een getal dat 2 millioen te boven gaat, zelfs als men de energie die voor de luchtverplaatsing noodig is, aftrekt.

Een cylinder met tot vloeistof verdicht gas, bevat echter slechts weinig kilogram stof, vandaar dat de berekende energie bij het springen van een bus, al is die per kilogram grooter dan bij het springen van een stoomketel, zeer klein is in vergelijking van een zelfs niet grooten stoomketel. Zoo kan de energie voor vernieling beschikbaar in sommige bussen tot 13,000 per kilogram stijgen, maar daar zulk een bus slechts 4 kilogram bevat, blijft de geheele energie ruim beneden die van 3 kilogram buskruit.

Wij zullen deze berekeningen niet verder voortzetten. Wij hebben het bovenstaande slechts aangehaald, opdat overdreven voorstellingen

omtrent den aard der gevaren, aan deze cylinders verbonden, geen ingang zouden vinden. Hoe klein het gevaar, aan deze bussen verbonden in het buitenland geacht wordt, kan uit onze 3de Bijlage blijken, waarin medegedeeld wordt, dat te Berlijn, midden in de stad, verschillende firma's meer dan 1000 bussen in voorraad hebben, en dat „polizeilicherseits wesentliche Beschränkungen nicht „auferlegt sind."

Evenzoo uit onze 4de Bijlage, waarin een dergelijke mededeeling omtrent Stuttgart voorkomt.

In het bezwaarschrift van Burgemeester en Wethouders van Leiden vinden wij echter het gevaar dat te duchten is, nog nader aangeduid: „Samengeperste gassen oefenen bij verhooging van tem-„peratuur een belangrijk vermeerderde drukking uit, terwijl de „metalen wanden der bussen bij warmtegraden, zooals er bij brand „gemakkelijk kunnen optreden, veel minder weerstandbiedend ver-„mogen hebben." Wij hebben bij de beoordeeling van de voor vernieling beschikbare energie bij een met verdicht gas gevulden cylinder ook dit geval onderzocht. Bij hoogere temperatuur stijgt die hoeveelheid natuurlijk. Als uiterste geval kunnen wij het bedrag op ongeveer het 4-voud stellen. Dat de wanden bij hooger temperatuur minder weerstand bieden is juist een factor, die maakt dat reeds bij minder druk, en dus bij een mindere hoeveelheid opgehoopte energie, het springen kan plaats hebben. Wij zeggen het springen *kan* plaats hebben, omdat in de meeste gevallen de bussen haar inhoud door afsmelting van de kranen als anderszins reeds veel vroeger zullen verloren hebben.

Wij zijn dus van dezelfde meening als vervat is in de nota van den Directeur van het physisch laboratorium te Leiden, ter weder-legging van de geopperde bezwaren, en die gevoegd was bij de stukken, door den Minister aan de Akademie toegezonden. Aan die Nota was toegevoegd een schets van maatregelen, die nog zouden kunnen genomen worden om absolute veiligheid te verkrijgen. De opsomming van die maatregelen, die meer bedoeld waren om gaandeweg naar gelang van omstandigheden te worden genomen en naar mate, zooals inderdaad te verwachten is, van het kryogeen laboratorium door buitenlanders en landgenooten een toenemend gebruik zal worden gemaakt, een opsomming die getuigt van de nauwgezette wijze, waarop de Heer ONNES alles overweegt wat tot veiligheid van zijn studenten en ondergeschikte beambten strekken kan, heeft op H.H. Curatoren der Leidsche Universiteit een anderen indruk gemaakt. Uit de hoeveelheid dezer maatregelen, besluiten zij tot de hoegrootheid van het gevaar. Bovendien schijnen enkele dier maat-

regelen, die namelijk betreffende het personeel, niet geheel volgens de bedoeling van den steller te zijn opgevat, waartoe wellicht de redactie eenige aanleiding geeft. Het is ons gebleken, dat de woorden „uitsluitend" en „voortdurend" slechts betrekking hebben op de beschikbaarheid van machinist en assistent gedurende de kryogene werkzaamheden, en dat het allerminst de bedoeling was, dat de amanuensis met geen andere zaak zou mogen worden belast dan die van het bewaren, onderzoeken, controleeren en transporteeren der bussen ; slechts behoort dit een der hoofdpunten zijner instructie uit te maken, waaraan door andere werkzaamheden geen afbreuk mag worden gedaan.

Wij meenen dat de Akademie den Minister veilig adviseeren kan de gevraagde vergunning te verleenen, en dat zonder beperkende voorwaarden. Het niet verleenen der vergunning zou een ramp moeten genoemd worden : niet alleen voor de Nederlandsche wetenschap, maar voor de wetenschap in het algemeen ; of, om met Prof. DEWAR's woorden te spreken „a terrible disaster for science in your country (and universal science)." Toch is dat niet hoofdzakelijk, wat ons tot ons advies brengt, maar de overtuiging dat te midden van sterk bevolkte en dicht bebouwde groote steden fabrieken aangelegd en in werking zijn, die een veel grooter gevaar in zich bergen dan zulks met een kryogeen laboratorium het geval is. Dezen laatsten zin nemen wij over uit een wetenschappelijk advies, gegeven naar aanleiding van een vraag over vergunning voor een inrichting voor de „Luftschiffer-Abtheilung" in Berlijn, waar honderdtallen van met gecomprimeerde waterstof gevulde cylinders voorhanden zijn. Het gemiddeld aantal cylinders in Leiden kan op 30 gesteld worden.

Wenschen wij dat de vergunning onvoorwaardelijk worde verleend, toch gevoelen ook wij, nu eenmaal de kwestie over de gevaarlijkheid door ons zoo veelzijdig bezien is, dat alles in het werk moet gesteld worden, om zelfs de minste rampen te voorkomen. Dat is dan ook het standpunt van den Directeur van het Leidsche laboratorium. Het is ons overtuigend gebleken, dat deze kwestie een punt van nauwgezette studie voor hem heeft uitgemaakt. Vandaar de vele desiderata door hem opgenoemd. Wij wenschen dat de Minister hem in de gelegenheid stelle eenige dier voorzorgen te nemen, en in de inrichting nog eenige verbeteringen aan te brengen.

Wij beoogen daarmede *voorkoming* van het brandgevaar, dat nu, hoewel in geringe mate, aanwezig kan worden geacht door de niet brandvrije omgeving van den stoomketel, door de bereiding van het aethyleen in het gebouw en door het bewaren van dit gas voor

een gedeelte in zakken van caoutchouc, en verder *verwijdering* van den voorraad gevulde bussen uit het hulploodsje, dat met het gebouw samenhangt, en zich uitstrekt tot in de onmiddellijke nabijheid van den vleugel, die bij de anatomie in gebruik is. Op die wijze zal aan de bezwaren van den Directeur van het Anatomisch Kabinet *geheel* zijn tegemoet gekomen, die overigens brandgevaar naar onze meening veel meer van het chemisch dan van het natuurkundig laboratorium heeft te vreezen.

Bedoelde maatregelen, die zich aansluiten aan hetgeen door den heer O. wordt beoogd, wenschen wij, gelijk wij reeds opmerkten, niet als voorwaarden bij het verleenen van vergunning gesteld te zien. Daartoe bestaat o i. niet de minste grond. Wel achten wij het wenschelijk dat de Directeur v. h. Nat. Laboratorium in staat worde gesteld gaandeweg tot de uitvoering van die maatregelen over te gaan. Zij zijn samengevat in het volgende:

1°. Een van het hoofdgebouw geïsoleerde bergplaats voor de cylinders, of meerdere bergplaatsen, opdat afzonderlijk bewaard kunnen worden zulke gassen, die gemengd een ontplofbaar mengsel zouden kunnen opleveren.

2°. Een meer volkomen en brandvrije afscheiding (bijv. door een gemetseld muurtje) van den stoomketel van het overige gedeelte van den uitbouw, waarin de ketel is geplaatst.

3°. Het uitsluitend gebruik van metalen gashouders voor het bewaren van een der tot de circulatie dienende gassen (aethyleen), inplaats van zakken, die lichter beschadigd kunnen worden.

4°. Ook is op den duur het oprichten van een afzonderlijk brandvrij gebouwtje voor de bereiding van het aethyleengas — indien dit gas in gebruik blijft — wenschelijk.

J. D. v. d. WAALS.
C. LELY.
D. J. KORTEWEG.
S. HOOGEWERFF.

Mei 1896.

Bijlage I.

8 March '96.

In haste.

Dear Professor ONNES. It would be a terrible disaster for science n your country (and universal science) if the municipality of Leiden succeeded in carrying out any restrictions on your splendid cryogenic laboratory and the fine work you are doing. I cannot understand such a position. Surely the scientific man is certain to do all in his power to avoid accidents and therefore the municipality can have full confidence in him. I have answered your questions in a hurry as I have to leave London for a few days and have just time to catch the post. If I can do anything to help you it will be a pleasure to me to act. In the mean time I may say that I have made all my experiments with high pressure apparatus before the Prince of Wales and the Sister of your queen Dowager the Duchess of Albany without the slightest hesitation and no suggestions of danger were even suggested. With kind regards

yours faithfully

JAMES DEWAR.

Questions.	Answers.
1. Has there ever been made any objection to your laboratory from the point of view of public security.	1. No.
2. How far is the distance from the places where your compressed gases are stored under pressure from rooms where people assembles.	2. Immediately below and in the actual lecture room.
3. How much H. Power has your engine (gasmotor I suppose).	3. Gas-engine 100 horsepower.
4. How much ethylene gas have you in store in your apparatus when working and how much when it does not work.	4. The cylinders of C_2H_4 60 & 70 lbs.
5. How many other cylinders with compressed gas have you in store or in use, carbonic acid included.	5. Large quantities 20 or 30 bottles.
6. Have you ethylene in spirals or reservoirs immersed in nitrous oxide.	6. No spirals used in N_2O.

7. What are the greatest pressures in your storage cylinders and the greatest product of volume and pressure in your pumps and in your storage cylinders.	7. Greatest pressure 150 to 300 *A*.
8. Are there any measures of safety prescribed to you for the use of your apparatus or for the case of a fire in the building.	8. No.
9. Are there any special measures of precaution devised by you.	9. No, ordinary care of scientific man.

Bijlage II.

KRAKAU am 23/3 1896.

Sehr geehrter Herr College!

Ich danke Ihnen herzlich für die mir gütigst zugesandten Abhandlungen, wie auch für die Photographien Ihrer schönen Apparate zur Verflüssigung der Gase.

Es hat mich sehr gewundert aus Ihrem freundlichen Briefe zu erfahren, dass Ihnen die Leydener Gemeindebehörde wegen Ihres Laboratoriums Schwierigkeiten macht und Sie verhindert Ihre vieljährige Arbeit für die wissenschaftlichen Zwecke auszunutzen.

Wiewohl Ihr Kryogenisches Laboratorium in einem grösseren Maasstabe eingerichtet ist als das meinige, so erlaube ich mir doch zu behaupten, dass dasselbe für die nächste Umgebung nicht im mindesten gefährlich ist. Die Arbeiten über die Verflüssigung der Gase können wohl — bei unvorsichtiger Behandlung der Apparate — für den Experimentator selbst gefährlich sein, keineswegs aber für diejenigen welche sich im Nebenzimmer befinden. Mein Laboratorium befindet sich mitten in der Stadt, und meine Privatwohnung befindet sich in unmittelbarer Nähe von demselben; der Hörsaal und das allgemeine Laboratorium für die Praktikanten befinden sich auch in angrenzenden Lokalitäten.

Während meiner 13 jähriger Arbeit über die Verflüssigung der Gase hat sich keine einzige grössere Explosion zugetroffen; die grösste war die Explosion eines Metallmanometers und obwohl sich diese in meiner unmittelbaren Nähe ereignete, hatte sie glücklicher

weise keine üblen Folgen nach sich gezogen. Sonst explodirten nur Glasröhren, und gegen solche Explosionen leistet eine Drathmarke einen genügenden Schutz.

Es sind auch niemals gegen mein Laboratorium Klagen erhoben worden.

Als Vorrath besitse ich gewöhnlich: etw. 2 K^0 aethylen, 10 K^0 Kohlensäure, 8 eiserne Cylinder mit anderen Gasen (Inhalt 3—10 Liter) in welchen sich die Gase unter einem Drucke von 100—170 Atm. befinden.

Es sind mir von keiner Seite etwaige Vorsichtsmaassregeln vorgeschrieben worden, und ich selbst habe auch keine besonderen getroffen. Das Laboratorium wird met Leuchtgas beleuchtet und wiewohl ich öfters bis 400 gm Aethylen in die Zimmerluft entwischen liess, ereignete sich aus diesem Grunde niemals eine Explosion.

Ich hoffe, dass dieser Brief zur Beseitigung der unbegründeten Befürchtungen der Leydener Gemeindebehörde beitragen wird und dass Sie bald in die Lage kommen werden Ihre schönen Versuche ungehindert weiter zu führen.

Mit vorzüglichster Hochachtung

Ihr ergebener

K. Olszewski.

Bijlage III.

Berlin, den 10 November 1895.

Sehr geehrter Herr Director!

Antwortlich Ihres geehrten Schreibens von 24/10 '95 theilen wir Ihnen ganz ergebenst mit, dass wir nur theilweise in der Lage sind, Ihnen die gewünschte Auskunft zu ertheilen, weil die Behälter zur Aufbewahrung von Kohlensäure, Ammoniak, Sauerstoff u. a. Gasen in Bezug auf ihre Prüfung und Behandlung einem allgemeinen preussischen Gesetz nicht unterliegen.

Giltig ist für Berlin und den Regierungsbezirk Potsdam die am 3/5 '92 vom Regierungs-Presidenten zu Potsdam erlassene Polizeiverordnung, welche sich jedoch ausschliesslich auf die Prüfung, den

Transport und die Aufstellung der mit flüssiger Kohlensäure gefüllten Behälter bezieht.

Es wird darin vorgeschrieben, dass die Behälter amtlich mit 250 Atm. geprüft sein müssen und diese Prüfung sich nach Verlauf 3-er Jahre jedesmal zu wiederholen hat. Als höchste Füllung wird 1 kg. Kohlensäure für 1,34 Liter Fassungsraum zugelassen.

Die Kappen, welche zum Schutze des Ventils auf den Behälter aufgeschraubt sind, müssen aus dem gleichen Stoffe, wie der Behälter selbst bestehen und mit einem aussen viereckigen Kranze zur Verhinderung des Rollens der Behälter versehen sein.

Die gefüllten Flaschen sind nur unter einem Plane zu transportiren und auch sonst z. B. auf Schiffen gegen jede Einwirkung der Sonnenstrahlen oder Ofenwärme zu schützen. Auch dürfen dieselben nicht frei lagern auf Fahrzeugen oder Lagerplätzen, wo Menschen verkehren, sondern müssen mit Segeltüchern oder hölzernen Kasten überdeckt sein.

Die von Ihnen gestellten speziellen Fragen können wir, nachdem wir einige Erkundigungen eingezogen haben, folgendermassen beantworten: ad 1. u. 2. können wir Ihnen folgende Firmen nennen, welche grössere Lager von Kohlensäureflaschen besitzen:

1) Act. Ges. für Kohlensäure-Industrie, Berlin u. Burgbrohl. 2) Bach u. Mahlow Berlin. 3) Märkische Köhlensäure Inc. Lychen. 4) Berliner Kohlensäurewerk v. Dr. Stern. 5) Hermann Peter Berlin. 6) Schuster Köhler Danzig. 7) Dr. Elkau Berlin. 8) Gustav Krautheim Erkner. 9) Kohlensäurewerk Erkner b. Berlin. 10) F. A. Kahlbaum.

Von den gen. Firmen haben die meisten ein Lager von mehr als 1000 Flaschen. Bach u. Mahlow, die Act. Ges. für Kohlensäure-Industrie, Berlin und Hermann Peter haben ihre Lager mitten in der Stadt und haben wir erfahren, dass denselben polizeilicherseits wesentliche Beschränkungen nicht auferlegt sind.

Allerdings ist uns ein Fall bekannt geworden, wo einer hiesigen Firma seitens der Polizeibehörde verboten wurde, ein grösseres Flaschenlager unter einem Stadtbahnbogen einzurichten, weil man fürchtete, dass im Falle einer Explosion der Bahnkörper beschädigt werden könnte.

ad 3) Betriffs der Zusammenlagerung von Behältern, welche mit verschiedenen Stoffen gefüllt sind, sind uns irgend welche behördliche Bestimmungen nicht bekannt.

ad 4) Um die Art der Aufbewahrung von gefüllten Behältern mit Rücksicht auf eine mögliche Feuerbrunst kümmern sich unseres Wissens nur die Versicherungs-Gesellschaften.

Indem wir hoffen, sehr geehrter Herr Director, dass Ihnen die vorstehenden Angaben vor der Hand genügen werden, erklären wir uns gern bereit, Ihnen uns weiter zugehendes Material über den frgl. Gegenstand zu übermitteln, und empfehlen uns Ihnen

Hochachtungsvoll u. ergebenst,

Dampfkessel-Revisions-Verein „Berlin",
i. a. W. HENNICKE.

Bijlage IV.

Stuttgart, 24 Oktober 1895.

Herrn Professor Dr. H. KAMERLINGH ONNES.
Direktor des Laboratoriums für Naturkunde der Universität Leiden.

. . . .

Wir sind erstaunt, zu vernehmen, dass der dortige Gemeinderat in Ihrem Vorrat an Flaschen mit komprimierten Gasen Gefahr erblickt und sogar Klage dagegen erhoben hat. Nach dem Urteil sämtlicher Fachmänner, sowie auch vor allen unseres Herrn Dr. RAYDT, welcher bekanntlich zuerst die Kohlensäure im Grossen verflüssigt, die gesamte einschlägige Industrie geschaffen hat und also als erste Autorität auf diesem Gebiete anzusehen ist, bieten die mit komprimiertem Gas gefüllten Cylinder nur äusserst geringe Gefahr, weit weniger Z. B. als jeder Dampfkessel oder eine Petroleumlampe. Wir haben daher hier in Stuttgart ein ständiges Lager von durchschnittlich 300 Flaschen unter bewohnten Räumen mitten in der Stadt, ohne behördlicherseits zu irgend welchen Vorsichtsmassregeln verpflichtet zu sein. Die einzige Vorschrift, welche existiert, ist der amtliche Probedruck auf 250 Atm., während in den Flaschen thatsächlich nur ein Druck von 60 bis 70 Atm. besteht. Das oben erwähnte Urteil über die Ungefährlichkeit der Flaschen ist durch die Praxis glänzend bestätigt: In Deutschland sind jetzt ungefähr 300000 Flaschen in Umlauf, welche in mindestens 100000 Wirtschaften oder sonstigen Betrieben zur Verwendung

kommen, und doch ist in Deutschland bis jetzt kein einziger Todesfall zu verzeichnen, obwohl die Flaschen teilweise in recht ungeschickten und unerfahrenen Händen sich befinden. Es wird Sie interessieren, das man gefüllte Flaschen von einem Turme auf harten Boden hat herunterfallen lassen, ohne dass sie zerplatzt wären, so dass eine Explosion unter gewöhnlichen Umständen völlig ausgeschlossen erscheint. Bei hochgradiger Erhitzung wie z. B. bei Feuers brünsten wächst selbstverständlich die Gefahr, aber die Flaschen reissen meist der Länge nach auf, so dass eine eigentliche Explosion nach Art einer Granate nach allen Seiten hin nicht stattfindet, und ob wirklich bei einem Brande durch die fortgeschleuderte Flasche noch eine Wand demoliert wird, kommt wohl kaum in Betracht. Besteht der Inhalt einer solchen Flasche aus Kohlensäure, so kann die Explosion unter Umständen durch Löschen des Feuers mehr Nutzen als Unheil stiften.

. . . .

Hochachtungsvoll

Kohlensäure-Industrie
Dr. Raydt.

De discussie beperkt zich tot een opmerking van den Heer van Diesen, die gewenscht had dat in het Verslag uitvoeriger mededeelingen waren gedaan over het vullen, de hoedanigheid, de afmetingen enz. der bussen, waarin de saamgeperste gassen bewaard worden, vooral ook in het belang der personen die daarmede omgaan en dus het meest aan gevaar zijn blootgesteld.

De Voorzitter der Commissie brengt hiertegen in, dat deze zich tot plicht had gesteld, zich in hare beschouwingen te beperken en allerminst aanleiding te geven tot de opvatting, alsof zij een verhandeling over het aanhangige vraagstuk had willen leveren. Al wat op de bussen betrekking heeft, kan men vinden in het Blue-Book, waarvan het Verslag gewaagt. Daarenboven dient in het oog gehouden te worden dat de vervaardiging van de bussen in Duitschland en elders aan een zeer scherp toezicht onderworpen is, en dat de ongelukken die er meê gebeuren zoo zeldzaam voorkomen, dat men ze gerust buiten rekening mag laten.

Het Verslag wordt nu in stemming gebracht en aangenomen, nadat de Heer Zaayer verklaard had, dat hij aan de stemming geen deel had genomen.

De Voorzitter brengt den dank der Vergadering over aan de redacteurs van het Verslag, 't welk nu met een begeleidend schrijven, aan den Minister zal worden toegezonden.

Plantenkunde. — Verslag omtrent onderzoekingen, verricht in 's Lands Plantentuin te Buitenzorg, gedurende mijn verblijf op Java, van 3 September 1895 tot 22 Januari 1896, door Dr. E. Giltay.

In de eerste plaats was mijn voornemen, een vergelijkend onderzoek in te stellen naar de mate, waarin twee belangrijke physiologische processen: verdamping en assimilatie, in de tropen en bij ons te lande plaats grijpen. Ten einde die vergelijking zoo nauwkeurig mogelijk te doen zijn, was ik van plan, dezelfde methode in beide streken toe te passen en ook dezelfde planten te gebruiken. De vergelijkende transspiratie-proeven zullen grootendeels na mijn terugkomst uit Indië plaats hebben, en zijn thans in gang; het assimilatie-onderzoek hier te lande werd vóór mijn vertrek verricht.

Verdamping.

Omtrent dit proces waren in Indië reeds talrijke proeven genomen door Haberlandt. Dezer auteur experimenteerde echter met afgesneden takken, die onder een met klimplanten bekleed, mat glasdak werden geplaatst, dat de plantendeelen tegen directe insolatie en tegen bevochtiging door regen volkomen beschutte. Daar evenwel onder deze omstandigheden het bedrag der transspiratie veel geringer kan zijn dan bij normale expositie van gave ingewortelde planten, kunnen de door hem gevonden waarden voor de bedoelde vergelijking met in ons land verkregen getallen niet worden gebruikt.

Bij mijn experimenten werden de planten gekweekt in gewone potten van onverglaasd aardewerk. Vóór de proef werden deze ingesloten in daartoe vervaardigde zinken omhulsels, en wel zoo, dat waterverlies alleen nog door de buiten het deksel uitstekende blad- en stengeldeelen mogelijk was. Een thermometer, die door het deksel gaat, wijst de temperatuur der aarde aan, terwijl door een opening, die gewoonlijk gesloten is, het door weging bepaalde waterverlies dagelijks wordt hersteld.

Met dezen toestel werden talrijke bepalingen gedaan bij Helianthus annuus en bij Ficus elastica, en dat wel op verschillende tijden en op verschillende terreinen; zoo in den tuin te Buitenzorg, te Tjibodas, en op deze laatste plaats in het open veld vóór het laboratorium-gebouw en in het oorspronkelijk woud achter den eigenlijken tuin.

Bijzondere zorg werd besteed aan de expositie; tegen een te sterke verwarming van de aarde in den pot werd door er voor geplaatste schermen gewaakt.

Er werd naar gestreefd eenige physische factoren, die op de verdamping invloed uitoefenen, nader te leeren kennen. Zoo werd daartoe gewoonlijk dagelijks meermalen de betrekkelijke vochtigheid bepaald met een uitstekenden psychrometer van Fuess, met luchtzuiging langs de kwikreservoirs der beide thermometers; de schaduw-temperatuur der lucht leerde hetzelfde toestel kennen en ook een dikwijls gebezigde registratie-thermometer van Richard, terwijl de sterkte der zonnestraling eenigermate door een maximum-radiatie-thermometer van Geissler werd aangegeven.

De uitkomsten zullen in het uitvoerige verslag worden medegedeeld. Alleen zij vermeld, dat veel hooger waarden dan Haberlandt opgeeft gevonden werden, zoodat de getallen van dezen schrijver, zooals ik trouwens verwachtte, geen inzicht geven in de normale sterkte der verdamping, en nog minder in de hoogste waarden, die bereikt kunnen worden.

Assimilatie.

Ook bij het hierop betrekking hebbend onderzoek werd getracht het plantendeel in zoo normaal mogelijke omstandigheden te doen verkeeren. De proeven werden volgens deze methode verricht, dat het assimileerende orgaan, zonder het van de plant af te nemen, aan het zonlicht werd blootgesteld in een afgesloten ruimte, waar doorheen in een bekenden tijd een bepaalde hoeveelheid lucht werd geleid. Het koolzuurgehalte van deze lucht werd door absorbtie met kali en door weging bepaald; een dergelijke steeds gelijktijdig genomen proef, waarbij men gewone lucht in eens door absorbtie-toestellen deed strijken, leerde het normale koolzuurgehalte kennen.

De proeven werden steeds genomen met een stengel, waaraan slechts één groot blad. Het toestel was zoo ingericht, dat aan de bladschijf ongeveer de ligging met betrekking tot de zonnestralen kon worden gegeven, die er onder normale omstandigheden ook aan toekomt. Veel last veroorzaakte oorspronkelijk de condensatie van waterdamp aan de binnenzijde van de klok, waarin het plantendeel besloten is. Hieraan werd te gemoet gekomen door er binnen twee koelers aan te brengen, waar voortdurend ijswater doorheen loopt. De temperatuur werd aan kleine op verschillende plaatsen binnen de klok aangebrachte thermometers afgelezen, en door regeling van de snelheid van doorstrooming van het ijswater kon de temperatuur binnen de klok ongeveer op dezelfde hoogte als in de omgeving

worden gehouden. De betrekkelijke vochtigheid in de klok werd afgelezen op een hygrometer kleinst model van LAMBRECHT.

Na de proef werd de omtrek van het blad nagetrokken op carton, en de inhoud van deze figuur op de bekende wijze door weging bepaald. Ten slotte werd de hoeveelheid koolzuur berekend, die per uur en per dM^2. bladoppervlakte geabsorbeerd werd.

Op deze wijze werden in Wageningen hoofdzakelijk proeven genomen met Helianthus annuus en met Nicotiana rustica. Om eventueele verschillen, door mogelijk ras-onderscheid teweeggebracht, buiten te sluiten, werd van hetzelfde zaad, dat hier te lande diende, naar 's Lands plantentuin gezonden en door welwillendheid der autoriteiten aldaar bijtijds uitgezaaid. Het zaad van Nicotiana rustica ontwikkelde zich evenwel slecht, zoodat slechts een paar proeven met dit gewas genomen konden worden.

In de eerste plaats diende dus Helianthus annuus, terwijl ook nog eenige bepalingen met Cassia timorensis, Cedrela serrulata en Acalypha tricolor werden gedaan.

Over 't algemeen werd de assimilatie-sterkte grooter gevonden dan in de meest zeer heldere Mei- en Junimaanden, waarin hier te lande 't onderzoek werd verricht. Het maximum, dat voor Indië gevonden werd, is bijna tweemaal zoo groot als de grootste waarde die ik in Wageningen verkreeg.

Deze grootere waarden strijden zeker niet met de algemeen aangetroffen meening omtrent de weelderigheid der tropische flora, en ze zijn in overeenstemming met de grootere oogsten, die, althans in sommige gevallen, uit den grond gewonnen kunnen worden. Ze waarschuwen echter ook voor overdrijving, zooals trouwens ook de getallen van oogsthoeveelheden doen. De grootste oogsten, die voor Indië bekend zijn (bij suikerriet), zijn vermoedelijk niet meer dan 300.000 KG. per H A. in ongeveer 14 maanden; vergeleken met de grootste oogstwaarden hier te lande, is deze productie op denzelfden tijd berekend nagenoeg ook het dubbel van wat Europa leveren kan.

Nadat de meest noodige werkzaamheden in Buitenzorg waren verricht, begaf ik mij naar de bergtuinen van Tjibodas, waarheen de reis nog een paar weken vervroegd werd, daar mijn gezondheidstoestand een langer verblijf in de lagere warmere streken van Java ongewenscht deed zijn. Hier bleef ik 2½ week. Het koele klimaat, de plechtige stilte, de heerlijke ligging van het eenvoudige doch vriendelijke en zeer goed ingerichte laboratorium-gebouw, alles droeg er toe bij om mij hier een aangenaam verblijf te bezorgen. In de eerste plaats diende dit om mij te oriënteeren in het tropische oor-

spronkelijke bosch, dat onmiddellijk aan den bergtuin grenst. Verder deed ik er een deel van mijn transspiratieproeven, en verrichtte een voorloopig onderzoek omtrent de structuur der opperhuid bij een aantal boschplanten, terwijl materiaal voor nader onderzoek werd verzameld. Evenals trouwens in Buitenzorg geschiedde, werd ook hier een aantal objecten met het oog op het onderwijs verzameld en werden verscheiden karakteristieke planten of plantendeelen gefotografeerd.

Ten slotte heb ik, hoofdzakelijk om nog eenige kennis van den landbouw op Java op te doen, een reis gemaakt, eerst door de Preanger regentschappen en later oostelijk tot Soerabaja, waarbij verschillende koffie-, kina-, thee- en suikerondernemingen werden bezocht.

Ik kan niet eindigen zonder aan hen, die deze reis voor mij mogelijk hebben gemaakt, in de eerste plaats aan Z. E. den Minister van Binnenlandsche Zaken, Mr. S. VAN HOUTEN, en aan de leden der Koninklijke Akademie van Wetenschappen afd. Wis- en Natuurkunde te Amsterdam, mijn dank te brengen. Veel erkentelijkheid ben ik ook verschuldigd aan hen, die, zoowel hier te lande als in Indië, er toe hebben bijgedragen om mij de reis te vergemakkelijken of om haar nuttiger of aangenamer voor mij te doen zijn. Ik hoop te kunnen toonen dat, zoowel voor mijn onderwijs als uit een wetenschappelijk oogpunt, de tocht niet geheel te vergeefs is geweest.

Aardkunde. — De Heer MARTIN leest het volgende verslag van den Heer VAN BEMMELEN en hemzelven over de verhandeling van den Heer G. REINDERS: „*Over het voorkomen van gekristalliseerd ferrocarbonaat (sideriet) in moeraserts en eene bijdrage tot het ontstaan van dit erts in den Nederlandschen bodem*".

In 1889 heeft de Akademie in hare werken opgenomen eene verhandeling van den Heer G. REINDERS over de samenstelling en het ontstaan der zoogenaamde Oerbanken in de Nederlandsche heidegronden. Dit onderzoek betrof inzonderheid zulk oer, waarvan het bindmiddel niet uit ijzeroxyde, maar uit humaten en aluminiumsilicaat bestaat.

De Heer R. heeft thans eene belangrijke vindplaats voor het ijzerhoudend oer of moeras-ijzererts in het Ned. Diluvium opgespoord, namelijk het Ederveen (nabij Eede). Hij heeft in dat oer een mikrokristallijn sideriet (koolzuur ijzeroxydule) ontdekt, dat tot nog toe in onze oervormingen onopgemerkt was gebleven, benevens kristallijne naalden, die uit ijzerphosphaat bestaan.

S. heeft de ligging, het voorkomen, den vorm van dit erts beschreven, en de samenstelling door eene nauwkeurige analyse bepaald. Voorts heeft hij het grondwater van dit Ederveen, en van nog een andere vindplaats te Heringhave bij Tubbergen geanalyseerd, en daarin eene aanmerkelijke hoeveelheid ijzer gevonden.

In het tweede gedeelte zijner verhandeling geeft S. een kritisch overzicht van de waarnemingen en de meeningen van vroegere onderzoekers over het ontstaan van moeras-ijzererts. Op naar ons inzien goede gronden betoogt hij vervolgens dat het door hem beschreven ijzeroer in het Ederveen en bij Heringhave tot het geval behoort, waarin het opgehoopte ijzer (als carbonaat en als oxyd) en phosphorzuur afkomstig zijn van de omringende hoogere zandgronden, welker ijzerhoudend grondwater naar eene lagere moerassige en met veen bedekte plek gevloeid is.

Omtrent de nadere chemische, physische en biologische oorzaken van de afzetting van het opgeloste ijzer aan de plantenwortels en omtrent de koekvorming, geeft S. ten slotte eenige waarnemingen en beschouwingen ten beste, die hare waarde hebben, en tevens geschikt zijn om te doen uitkomen, dat eene afdoende verklaring van die verschijnselen nog niet kan gegeven worden.

Tot eenige bekortingen en wijzigingen, die wij in dit tweede gedeelte wenschelijk achten, heeft de Schrijver zich bereid verklaard.

Aangezien deze Verhandeling eenige nieuwe waarnemingen behelst omtrent het voorkomen en de samenstelling van het ijzeroer in onzen bodem, en een goed voorbeeld beschrijft van de ophooping van ijzer en phosphorzuur op bepaalde plaatsen — dus omtrent de beweging dier beide bestanddeelen in het ondergrondswater — zoo hebben wij de eer U de opneming der Verhandeling in de werken der Akademie als Bijdrage der Geol. Commissie n⁰. 20 aan te bevelen.

J. M. VAN BEMMELEN.

K. MARTIN.

De conclusie van het verslag wordt goedgekeurd.

— De Heer VAN DER WAALS leest, ook uit naam van den Heer LORENTZ, het in het Engelsch gesteld adres, dat aan Lord KELVIN (Sir WILLIAM THOMSON), buitenlandsch lid der Afdeeling, bij de viering van zijn 50-jarig hoogleeraarschap zal worden toegezonden. Het wordt onder acclamatie, goedgekeurd.

Dierkunde. — De Heer HUBRECHT spreekt: „*Over de kiemblaas van mensch en aap en hare beteekenis voor de phylogenie der Primaten*".

Door zekere eigenaardige afwijkingen neemt de jonge kiemblaas van den mensch een geïsoleerd standpunt in onder de zoogdieren. Het zijn:

1°. de uiterst vroege vascularisatie van den kiemblaaswand;

2°. de wijze van optreden en de geringe grootte van de navelblaas;

3°. de aanwezigheid van een hechtsteel;

4°. de afwezigheid van een vrije allantois.

Terwijl het tot voor korten tijd scheen alsof de mensch ten opzichte van de hier genoemde punten geheel op zich zelf stond, hebben de onderzoekingen van SELENKA geleerd dat onder de apen, zoowel bij anthropoïde als bij niet-anthropoïde apen, in zeer jonge ontwikkelingsstadiën van de kiemblaas dergelijke afwijkingen worden aangetroffen.

Er is reden om het waarschijnlijk te achten, dat ook de Amerikaansche apen, die op deze punten nog niet onderzocht werden, overeenkomstige verschijnselen zullen vertoonen.

Hoe zijn die afwijkingen in overeenstemming te brengen met wat men bij de overige zoogdieren aantreft, waar de verhouding van het embryo tot den kiemblaaswand en zijne secundaire verbinding met deze, door middel van de uitgroeiende allantois, veel meer herinnert aan hetgeen ons ook de reptiliën en de vogels vertoonen?

Verschillende onderzoekers hebben dienaangaande tot hypothesen hun toevlucht genomen. De meest gangbare wordt door KEIBEL in 1893 nader geformuleerd in het Archiv f. Anatomie u. Entw. geschichte Jahrg. 1893; Pl. XIV, Fig 14—18. Volgens deze heeft de navelblaas aanvankelijk de geheele holte van de kiemblaas gevuld en heeft ze eerst door splijting van het mesoblast daarvan kunnen loslaten, terwijl voor de vorming van een hechtsteel aan amnion en allantois een gemeenschappelijke rol wordt toegekend. Ook GRAF SPEE heeft zich aan deze voorstelling aangesloten. Daarentegen werd door Spr. reeds in 1889 eene andere beschouwing gehuldigd.

Op grond van hetgeen door hem bij den egel gevonden was, meende hij dat van eene secundaire vergroeiing van het menschelijk embryo met den kiemblaaswand, zooals o. a. KÖLLIKER haar nog aanneemt, en van eene vascularisatie van deze laatste door middel van de allantois, geen sprake behoefde te wezen. Maar dat men evenzeer gerechtigd was de mogelijkheid te veronderstellen dat het embryo van den aanvang met den kiemblaaswand door een hecht-

steel in samenhang bleef die niet noodzakelijk als de blijvende amnionnavel behoefde te worden opgevat.

Op dit onderzoek van de ontwikkeling van den egel is sedert een ander gevolgd, de ontwikkeling betreffende van *Tarsius spectrum.* De resultaten hiervan maken de hypothese van KEIBEL ter verklaring van de eigenaardigheden van de menschelijke kiemblaas ten eenenmale onwaarschijnlijk, daar bij *Tarsius* een toestand gevonden werd, overeenkomende met wat de mensch en de apen ons te zien geven. Door het zeer ruim toegevloeide materiaal, was het hier mogelijk, de ontwikkeling van al deze eigenaardigheden op den voet te volgen. Het bleek nu dat de vóór zeven jaren verdedigde theoretische opvatting, door de feiten zooals *Tarsius* ze vertoont, geheel bevestigd wordt. Immers:

1^0. de navelblaas is reeds dadelijk kleiner dan de kiemblaas en blijft dit;

2^0. het mesoblast verbreidt zich gelijktijdig over den buitenwand van de navelblaas en over den binnenwand van de kiemblaas: eene splijting in den gebruikelijken zin komt dus hier niet tot stand;

3^0. de hechtsteel is van den aanvang af aanwezig; tot zijne vorming dragen nòch het amnion nòch de allantois actief bij.

Voegen wij een en ander, de fijnere bijzonderheden van de kiemblaas betreffend, bij het feit dat *Tarsius* eene discoïde, deciduate placenta bezit, dan zijn wij genoopt dit geslacht geheel uit de gemeenschap der Lemuriden te verwijderen en met de apen en den mensch tot de orde der Primaten *str. sensu* te vereenigen.

Mogen wij nu toch niet verwachten dat het gelukken zal de bijzonderheden zooals wij ze bij de Primaten vinden af te leiden uit de eenvoudigere toestanden, zooals de Lemuriden ze aanbieden? Spr. beantwoordt deze vraag beslist ontkennend. Vooreerst omdat meer directe aanknoopingspunten tusschen *Tarsius* en primitive Insectivoren, als bijv. de egel, niet alleen in de bijzonderheden van kiemblaas en placenta, maar ook, en op niet minder overtuigende wijze, in het tandstelsel worden aangetroffen.

Ten tweede omdat de Lemuriden, die in de oudere tertiaire lagen meer algemeen over den aardbodem verspreid waren dan thans, vermoedelijk geen plaats innemen in den opklimmenden stamboom van den mensch en de apen.

Immers vinden wij reeds in het Eocene tijdvak een fossiele diersoort, die door COPE *Anaptomorphus homunculus* gedoopt werd en die eenerzijds zeer talrijke punten van overeenkomst met *Tarsius* bezit, andererzijds in haar tandstelsel meer nadert tot datgene wat ons de anthropoïde apen vertoonen.

Waar het gebleken is, dat de afwijkende bijzonderheden van de kiemblaas van aap en mensch ook bij *Tarsius* gevonden worden, en deze geen diffuse maar een discoïde placenta bezit, daar is het in de hoogste mate waarschijnlijk dat *Anaptomorphus* diezelfde eigenschappen reeds in het Eocene tijdvak bezeten heeft, welke waarschijnlijkheid haast tot zekerheid wordt, wanneer wij bedenken, dat in het Zuid-Amerikaansche Eoceen ook reeds ware apen zijn aangetroffen.

De mogelijkheid om de geschilderde toestanden bij de Primaten genetisch af te leiden uit wat bij de Lemures gevonden wordt, vervalt daarmede geheel. En wij moeten van de in het Eoceen aanwezige Primaten teruggaan tot ons nog onbekende zoogdiervormen in het secundaire tijdvak, om de stamvormen dier Primaten op te sporen.

Daarbij treden als van zelf OSBORN's Insectivora primitiva op den voorgrond. En waar van de levende Insectivoren de egel met die Insectivora primitiva nog de naaste verwantschap moet gehad hebben, zien wij ons thans dus ook op palaeontologische gronden genoopt een scherpe grens tusschen Primaten en Lemuren te trekken, evenals het zoo straks reeds op embryologische gronden geschiedde.

Door zorgvuldige toetsing van de gegevens die de vergelijkende anatomie, de embryologie en de palaeontologie verschaffen, zullen de natuurlijke grenzen van de zoogdierorden gewijzigd, verscherpt en eindelijk definitief op soliede phylogenetische basis vastgesteld kunnen worden.

Physiologie. — De Heer PEKELHARING spreekt: „*Over eene nieuwe bereidingswijze van Pepsine*".

Wanneer een krachtig werkend kunstmatig maagsap tegenover water gedialyseerd wordt, dan ontstaat er weldra, bij goede ververseching van het water, in 24 uren een neerslag in de vloeistof, dat, bij voortgezette dialyse, ten minste grootendeels, weer oplost. Men kan dan het precipitaat weer te voorschijn roepen door aan de, door de dialyse bijna neutraal geworden, vloeistof zooveel HCl. toe te voegen, dat het gehalte aan dit zuur op 0.02°/$_0$ gebracht wordt.

Er kan dus uit kunstmatig maagsap een stof afgescheiden worden, die oplosbaar is in zoutzuur van 0.1°/$_0$ en van grootere concentratie, oplosbaar ook in kunstmatig maagsap dat door dialyse zooveel mogelijk van zouten en van zuur beroofd is, maar moeilijk oplosbaar in zoutzuur van 0.02°/$_0$ — een stof die bij nader onderzoek in zeer

sterke mate de werkzaamheid van pepsine bleek te bezitten. Ik vond deze stof in kunstmatig maagsap, verkregen uit het maagslijmvlies van het varken, van den hond en van het kalf, en evenzoo in oplossingen van pepsine uit den handel, mits die oplossingen geconcentreerd genoeg zijn.

De troebelheid, die door dialyse in kunstmatig maagsap ontstaat, is intusschen altijd slechts gering, zoodat het niet gemakkelijk is de zich afscheidende stof in zoodanige hoeveelheid te verkrijgen als voor een nauwkeurig onderzoek gewenscht wordt.

Om dit doel te bereiken, kwam ik, na eenig zoeken, tot de volgende wijze van handelen.

Het slijmvlies van 10 varkensmagen (alleen het slijmvlies van den fundus werd gebruikt) werd met 6 liters HCl. 0.5$^0/_0$ vijf dagen lang bij 37° C. gedigereerd. Zulk een digestievloeistof laat zich gewoonlijk slecht filtreeren. De vloeistof begint met troebel door het filter te loopen en, als het filtraat eindelijk helder gaat worden, zijn de poriën van het papier al spoedig verstopt, en houdt de filtratie geheel op. Om dit bezwaar te ontgaan, richtte ik het filter op de volgende wijze in. In een trechter, die op een met de luchtpomp verbonden flesch geplaatst was, werd een kegelvormig afgeslepen, met een aantal gaatjes doorboorde plaat van eboniet gelegd. Deze plaat werd met een stuk vochtig filtreerpapier bedekt, en daarop werd nu, terwijl de luchtpomp in werking gesteld werd, een dunne pap van in water fijngewreven filtreerpapier gegoten. Zoo werd een vaste laag verkregen, ter dikte van 2 a 3 cm., waar nu de te filtreeren vloeistof doorheen gezogen werd. De op deze wijze volkomen helder gemaakte digestievloeistof werd nu, in buizen van perkamentpapier, in een grooten bak met stroomend leidingswater gebracht en ± 24 uren gedialyseerd. Dan was de inhoud der dialysators troebel geworden. Soms werd nu de vloeistof weer, op de zooeven beschreven wijze, door samengeperst filtreerpapier gezogen, waarbij dan de proppen papier zoo klein mogelijk genomen werden, om, na afloop der filtratie, met 0.2$^0/_0$ HCl. uitgetrokken te worden. Maar gewoonlijk werd het precipitaat uit de gedialyseerde vloeistof door centrifugeeren afgescheiden. Dit precipitaat is grootendeels oplosbaar in HCl. 0.2$^0/_0$. De oplosbaarheid wordt door verwarming op lichaamstemperatuur belangrijk verhoogd. Het werd dus met 30 a 40 CC. HCl. 0.2$^0/_0$ ongeveer een uur op 37° C. verwarmd. Bij diezelfde temperatuur werd de oplossing gefiltreerd. Zoo werd een volkomen helder, eenigszins geel gekleurd filtraat verkregen, dat bij afkoeling troebel werd en, bij dialyse tegenover gedestilleerd water, weldra een fijnkorrelig neerslag afzette, dat, evenals het precipitaat door dialyse

in de oorspronkelijke digestievloeistof ontstaan, bij langdurig voortzetten van de dialyse weer grootendeels oploste, maar dan weer door toevoeging van zoutzuur tot een gehalte van 0.02% te voorschijn geroepen kon worden. Het voordeeligst bleek het te zijn de dialyse 15 a 20 uren lang te doen plaats hebben en dan den inhoud van den dialysator te filtreeren. Het precipitaat werd dan weer in HCl. 0.2% bij 37° C. opgelost, gefiltreerd en weer 15 a 20 uren gedialyseerd tegen gedestilleerd water. Daarna werd het precipitaat afgefiltreerd, met een weinig gedestilleerd water uitgewasschen, tusschen filtreerpapier uitgeperst, van het filter genomen en boven zwavelzuur gedroogd.

Intusschen is in de oorspronkelijke gedialyseerde digestievloeistof een groot deel van het straks nader te beschrijven bestanddeel opgelost gebleven. Om ook hiervan ten minste een deel af te scheiden, moet de vloeistof geconcentreerd worden. Dit gelukte mij het best door de vloeistof, na het centrifugeeren, met basisch loodacetaat en ammonia te behandelen. Er ontstaat dan een zeer volumineus precipitaat, dat gemakkelijk af te filtreeren is. Het precipitaat werd nu van het filter genomen en met een verzadigde oplossing van oxaalzuur aangemengd. De dikke pap verandert dan weldra in een geelbruin gekleurde vloeistof, waaruit zich het loodoxalaat gemakkelijk door filtratie laat verwijderen. Zoo was de oplossing van de stof waarom het hier te doen was, in korten tijd van een volumen van 6 a 7 liters tot 300 a 400 CC. gebracht. Deze, sterk zuur reageerende, vloeistof werd 24 a 36 uren tegen stroomend leidingswater gedialyseerd. Er had zich nu weer een precipitaat gevormd in den dialysator, dat met behulp van den centrifugaaltoestel werd afgescheiden, bij 37° C. in HCl. 0.2% opgelost, door dialyse tegen gedestilleerd water weer neergeslagen, nogmaals in zoutzuur opgelost, kortom, geheel op dezelfde wijze als boven beschreven is behandeld, en ten slotte boven zwavelzuur gedroogd.

Ik heb tusschen deze stof en de door dialyse uit de oorspronkelijke digestievloeistof verkregene in geen opzicht eenig verschil kunnen ontdekken. Aanvankelijk was het precipitaat uit de door ontleding van het loodneerslag verkregen vloeistof bruin gekleurd, maar door, zoo noodig, driemaal herhaald oplossen in zoutzuur en weer neerslaan door dialyse, werd ten slotte een slechts zeer weinig gekleurd neerslag verkregen. Volkomen wit was het nooit, evenmin als de van den beginne af aan slechts weinig gekleurde stof, die door dialyse uit de oorspronkelijke digestievloeistof neergeslagen was. Bij het drogen in den exsiccator werd de kleur altijd donkerder. De gedroogde stof laat zich gemakkelijk fijn wrijven en vertoont zich dan als lichtgeel gekleurd poeder.

Deze stof, die een pepsine van buitengewoon krachtige werking bleek te zijn, is, versch door dialyse neergeslagen, in niet onbelangrijke hoeveelheid oplosbaar in zuiver water, veel gemakkelijker echter in slappe oplossingen van keukenzout. Na gedroogd te zijn, lost zij in het water niet merkbaar op, maar wel in verdunde oplossingen van keukenzout. In verschillende verdunde zuren lost zij, vooral bij lichaamstemperatuur, gemakkelijk tot een waterheldere vloeistof op. Uit deze oplossing wordt zij, wanneer ten minste de vloeistof arm is aan zout, weer gedeeltelijk neergeslagen door vermindering van het gehalte aan zuur tot een bepaalden graad. Voor zoutzuur bedraagt, gelijk boven is meegedeeld, het gehalte waarbij de oplosbaarheid het geringst is, 0.02°/$_0$. De stof geeft de reacties van eiwit en bevat phosphorus, en wel ongeveer 1°/$_0$. De bepalingen van het gehalte aan phosphorus leverden echter geen uitkomsten van voldoende overeenstemming om de stof als geheel zuiver te beschouwen. Aanvankelijk waschte ik het in den dialysator gevormde neerslag, vóór het te drogen, met alkohol en ether uit. Dan werd het gehalte aan P. minder gevonden, tot 0.6°/$_0$ toe. Het bleek echter dat daaruit niet mocht worden besloten dat het uitwasschen eenvoudig P.-houdende bijmengselen verwijderd had. Door het uitwasschen met alkohol wordt de stof vernield: zij verliest haar oplosbaarheid in HCl. 0.2°/$_0$ en het vermogen eiwit te verteren. Het zou ook inderdaad moeilijk aan te nemen zijn, dat de op de beschreven wijze bereide pepsine met stoffen als lecithine of protagon in merkbare mate verontreinigd zou zijn; zij was toch verkregen uit een volmaakt heldere oplossing in water met een weinig zoutzuur en kon daarna weer zonder eenige opalescentie in verdund zoutzuur opgelost worden. Ik meen wel grond te hebben voor de onderstelling dat de pepsine nu eens wat meer, dan weer wat minder, verontreinigd was met een in water oplosbare, P.-houdende stof. Is dit inderdaad zoo, dan zal zij daarvan gezuiverd kunnen worden door het oplossen in HCl. 0.2°/$_0$ en het neerslaan door dialyse nog eenige malen te herhalen. Deze bewerking gaat echter met groot verlies gepaard, omdat de precipitatie door dialyse altijd onvolledig is. Ik stel mij daarom voor pepsine in ruime hoeveelheid te bereiden, om dan te trachten die, door herhaalde zuivering, met een standvastig P.-gehalte te verkrijgen. Daarmede zal intusschen nog wat tijd gemoeid zijn. De opbrengst is toch reeds, bij de boven beschreven wijze van bereiding, waarbij de pepsine twee of hoogstens drie malen door dialyse tegenover gedestilleerd water neergeslagen werd, niet groot: ± 0.5 gr. uit het slijmvlies van 10 varkensmagen. Bovendien is het warme jaargetijde voor deze bereiding niet zeer geschikt: vooreerst wegens het gevaar

van verontreiniging van de zeer zwak zure vloeistof met lagere organismen, en ten tweede omdat de pepsine zich bij hoogere temperatuur veel moeilijker afscheidt bij de dialyse dan bij lagere.

Deze phosphorus bevattende eiwitstof is niet alleen zeer licht veranderlijk, maar ook uiterst samengesteld van bouw. Wanneer de zuur reageerende, heldere oplossing boven de vlam gekookt wordt, dan wordt de stof gesplitst in een bij zure reactie onoplosbare nucleoproteïde, een in warmen alkohol gemakkelijk, in kouden moeilijk oplosbare, phosphorus-bevattende stof en albumose.

Voor de bereiding van het in zuur onoplosbare splitsingsproduct: de nucleoproteïde, heb ik niet alleen de door dialyse afgescheiden pepsine gebruikt, maar ook de altijd nog zeer krachtig eiwit verterende vloeistoffen waaruit zich in den dialysator pepsine had afgezet. Wanneer de heldere vloeistof boven de vlam gekookt werd, vormde zich een ruim neerslag, dat goed bezonk. Meestal was de daarboven staande vloeistof een weinig opalesceerend. Het precipitaat werd nu, eerst door decanteeren, daarna op het filter, met water gewasschen, totdat het filtraat geen biureetreactie meer gaf, dan werd het van het filter genomen, met 85% alkohol bij 45° C. gedigereerd, bij die temperatuur gefiltreerd, herhaaldelijk met warmen alkohol, eindelijk met kouden absoluten alkohol en met ether gewasschen, en dan boven chloorcalcium gedroogd. Zoo werd een zuiver wit poeder verkregen, dat niet bij neutrale en zure, maar wel gemakkelijk bij alkalische reactie in water oplosbaar bleek te zijn. Het doet, met natronloog en loodacetaat gekookt, zwavellood ontstaan, het geeft de reactie van Millon, de xanthoproteïnereactie, de biureetreactie; kortom, het onoplosbare splitsingsproduct, uit de oplossing van pepsine verkregen, is een eiwitstof. Bovendien bevat het phosphorus. Bij drie preparaten, van verschillende bereidingen afkomstig, vond ik, na verbranding van de bij 110° C. gedroogde stof met de ongeveer 30-voudige hoeveelheid soda-salpeter,

I	van	0.308	gr. stof	0.0035	gr.	$Mg_2P_2O_7$,	dus	0.31% P.
II	„	0 1738	„ „	0.0019	„	„	„	0.3% „
III	„	0.3035	„ „	0.0036	„	„	„	0.33% „

Het gehalte aan asch is bij deze bepalingen niet in rekening gebracht. Daardoor wordt evenwel geen fout van beteekenis gemaakt. De stof bij de bepaling III gebruikt, bevatte slechts 0.46% asch. Ook in andere gevallen vond ik het gehalte aan asch zeer gering. Niet telkens echter werd een voldoende hoeveelheid stof verkregen om daarvan, behalve het gehalte aan P., ook nog het gehalte aan asch te bepalen.

Dat deze phosphorus bevattende eiwitstof inderdaad als een nucleoproteïde beschouwd mag worden, blijkt daaruit dat zij, bij koken met verdund zwavelzuur, alloxuurbases levert. Ik kan daaromtrent slechts meedeelen dat de zilververbindingen dezer bases, in heet salpeterzuur opgelost, zich bij afkoeling grootendeels weer afscheiden. De hoeveelheden die ik tot dusver verkreeg, waren te gering voor een afdoend onderzoek. Door koken met 3$^0/_0$ zwavelzuur, kon uit deze nucleoproteïde geen reduceerende stof verkregen worden.

Het gehalte aan phosphorus van deze nucleoproteïde is kleiner dan dat van de oorspronkelijke stof: de pepsine. Men mag dus onder de bij het koken ontstaande splitsingsproducten een andere stof verwachten met een hoog gehalte aan phosphorus. Inderdaad scheidt zich uit den alkohol, waarmee de nucleoproteïde gedigereerd is, bij bekoeling een stof af die, met soda-salpeter verbrand, een asch levert rijk aan phosphorzuur. De aard van deze stof moet intusschen nog nader onderzocht worden.

Ten derde bevat de oplossing der pepsine, na het koken, als splitsingsproduct albumose. Het na de afscheiding der nucleoproteïde verkregen heldere filtraat wordt met azijnzuur en keukenzout opalesceerend, welke opalescentie bij koken verdwijnt om bij afkoeling terug te keeren. Verzadiging van de vloeistof met ammoniumsulfaat doet een precipitaat ontstaan dat, ook na koken, gemakkelijk in water oplost en sterke biureetreactie geeft. Ook wanneer de vloeistof achtereenvolgens bij zure en bij alkalische reactie, bij kookhitte met ammoniumsulfaat verzadigd en na afkoeling gefiltreerd is, vertoont het filtraat nog altijd, ofschoon in geringe mate, de biureetreactie.

Dat deze albumose reeds van te voren, als verontreiniging, in de pepsine aanwezig zou zijn, is niet aan te nemen. De pepsine die twee- of driemaal in zoutzuur opgelost en door dialyse neergeslagen, en dan nog met een weinig water gewasschen is, kan de zoo oplosbare albumose, die zelfs door azijnzuur en keukenzout in de koude zoo goed als niet neergeslagen wordt, niet in merkbare mate meegesleept hebben. En de hoeveelheid albumose die, na het koken en filtreeren der oplossing van pepsine, door ammoniumsulfaat neergeslagen wordt, is volstrekt niet onbelangrijk.

Opmerkelijk is het dat de beschreven wijze van ontleding, met precipitatie van een nucleoproteïde, slechts plaats vindt bij snelle verhitting. Wanneer de oplossing der pepsine langzaam in het waterbad verwarmd wordt, dan is de afscheiding van nucleoproteïde onvolledig, of in het geheel niet waarneembaar. Men kan een oplossing van pepsine, althans wanneer zij niet veel vrij zuur bevat, in het waterbad langzaam tot op 65° a 70° C. verwarmen, zonder dat de

vloeistof ook maar eenigszins troebel wordt. Toch is zij dan veranderd: zij heeft het vermogen om eiwit te verteren verloren, en wordt nu ook bij koken boven de vlam niet meer troebel.

De temperatuur waarbij de oplossing bij snelle verwarming — door het reageerbuisje in het water te dompelen — troebel wordt, hangt af van het gehalte aan zuur. Een oplossing die door dialyse een deel der pepsine verloren heeft, maar bij koken boven de vlam toch nog een ruim precipitaat geeft, maakt lakmoespapier nog rood, maar congopapier niet blauw; zij wordt eerst troebel door indompeling in water van 85° C.; zoodra er echter overmaat van zoutzuur aan toegevoegd is, wordt zij bij 60° C. reeds troebel. Niettemin wordt zij door verwarming op 60° C., een kwartier lang, ook zonder toevoeging van zuur, ofschoon zij nu helder blijft, van het vermogen om eiwit te verteren, en bij koken boven de vlam een precipitaat te leveren, beroofd.

Deze hoogst samengestelde eiwitstof is zonder twijfel een opmerkelijk bestanddeel van het kunstmatig maagsap. Blijkbaar komt zij ook voor in het natuurlijk maagsap. Mevr. SCHOUMOW-SIMANOWSKY, die maagsap van den hond, vrij van speeksel zoowel als van bestanddeelen van het voedsel onderzocht, [1]) vond daarin een vloeistof die zich afscheidde bij afkoeling, of ook wanneer het gehalte aan zuur, door toevoeging van alkali, kleiner gemaakt werd, maar weer oploste zoodra de vloeistof geheel neutraal werd, die ook na gedroogd te zijn, gemakkelijk in zeer verdund zoutzuur oploste, eiwit verteerde en, in de zure oplossing bij 60° C. stolde. Alleen werd in deze stof niet altijd phosphorus gevonden, ten minste niet na het uitwasschen met alkohol. Aangezien mij echter gebleken is dat de stof, uit het kunstmatig maagsap verkregen, door behandeling met alkohol wordt aangetast en daarbij phosphorus verliest, pleit, naar het mij voorkomt, het positieve resultaat, door Mevr. S. verkregen bij de analyse van de niet met alkohol uitgewasschen stof, meer vóór de identiteit van de uit natuurlijk en de uit kunstmatig maagsap verkregen eiwit verterende stoffen, dan het niet vinden van P. na de behandeling met alkohol daartegen spreekt.

De door mij gevolgde bereidingswijze heeft, naar ik meen, het voordeel, dat zij zoo weinig mogelijk gevaar oplevert voor verontreiniging, bepaaldelijk met andere eiwitstoffen. In een heldere oplossing, verkregen door maagslijmvlies vijf dagen lang met HCl. 0.5% bij lichaamstemperatuur te digereeren, komen wel geen verteringsproducten van eiwit voor die door dialyse, totdat het gehalte aan

---

[1]) Arch. d. Sciences biol. St. Petersb. T. II, p. 463.

zuur ongeveer 0.02 % bedraagt, worden neergeslagen, dan weer in HCl. 0.2% opgelost kunnen worden, en zich weer afscheiden zoodra het gehalte aan zuur kleiner gemaakt wordt, om opnieuw op te lossen wanneer de onttrekking van zuur nog verder gaat.

Dit voordeel weegt wel op tegen het bezwaar, dat er bij de bereiding veel materiaal verloren gaat, zoodat preparaten die èn wat hoeveelheid èn wat zuiverheid betreft, voldoen aan de strenge eischen, die voor een elementair-analyse gesteld behooren te worden, eerst ten koste van veel tijd en moeite te verkrijgen zullen zijn.

De stof is intusschen, al is haar elementaire samenstelling nog niet bekend, voldoende gekenmerkt om haar van andere, tot dusver bekende stoffen te onderscheiden.

Nu dringt zich de vraag op of deze stof de werking van pepsine slechts daarom vertoont, omdat zij het enzym mechanisch meegesleept heeft, dan wel of men deze zeer samengestelde, phosphorus bevattende eiwitstof zelve als het enzym, als de echte pepsine zou mogen beschouwen.

Het komt mij voor dat er wel eenige grond is voor een beantwoording van deze vraag in laatstgenoemden zin.

Vooreerst bleken preparaten van verschillende herkomst, van het maagslijmvlies van kalf en hond, zoowel als van het varken, het vermogen om eiwit te verteren in buitengewoon hooge mate te bezitten. Afgewogen hoeveelheden van de boven zwavelzuur gedroogde stof werden in HCl 0.2% opgelost. Van zulk eene oplossing werd telkens 1 CC. vermengd met 5 CC. HCl 0.2%, waarin zich een vlok fibrine, of wel een cylindertje van gestold kippeneiwit bevond. Telkens bleek nu dat enkele honderste deelen van een milligram der pepsine voldoende waren om, bij lichaamstemperatuur, in die 6 CC. vloeistof een vlok fibrine binnen den tijd van een uur, een eiwitcylindertje in enkele uren op te lossen. Ja 1/1000 milligram lost, in 6 CC. HCl. 0.2%, nog een vlok fibrine in den tijd van enkele uren op. Het behoeft nauwelijks gezegd te worden, dat telkens door controle-proeven, onder overigens geheel dezelfde omstandigheden, maar zonder pepsine, werd aangetoond dat, in den tijd waarin de fibrine of het kippeneiwit door de pepsine was opgelost, door digestie met zoutzuur alléén geen merkbare oplossing werd teweeggebracht.

Het is inderdaad moeilijk zich voor te stellen, dat een stof, die in zoo geringe hoeveelheid nog werkzaamheid vertoont, die werkzaamheid slechts aan verontreiniging te danken zou hebben.

Verder is het opmerkelijk dat de stof, opgelost verhit, haar vermogen om eiwit te verteren verliest, juist bij die temperatuur waarbij zij ontleed wordt, ook wanneer, door langzame verwarming en

afwezigheid van vrij zuur, de precipitatie van nucleoproteïde voorkomen wordt. Door verwarming op 60° C. wordt een oplossing, die niet te weinig vrij zuur bevat, troebel gemaakt; een gedialyseerde oplossing blijft bij die temperatuur volkomen helder, maar verliest, als de verwarming ten minste lang genoeg, ongeveer een kwartier, geduurd heeft, het vermogen om bij kookhitte nucleoproteïde af te scheiden. De stof is dus, of de vloeistof troebel geworden is of niet, door verwarming op 60° C. ontleed. En juist onder die omstandigheden is het enzym werkeloos geworden.

Zelfs vond ik dat, bij kort durende verwarming, van een vrij zuur bevattende oplossing, de mate van ontleding, te herkennen aan den graad van troebelheid, gelijken tred houdt met het verlies van digereerend vermogen. Van een oplossing, die slechts weinig vrij zuur bevatte, en bij 60° C. nog helder bleef, werd telkens 1 CC. in het waterbad 2 minuten lang verwarmd, terstond daarna met 5 CC. HCl 0.2°/₀, waarin zich een vlok fibrine bevond, vermengd, en op 37° C. gebracht. De uitkomst was:

a.	2 min. verw. op 75° C. is troebel,	digereert	niet.
b.	„ „ „ „ 70° „ „ opalesceerend,	„	zeer zwak.
c.	„ „ „ „ 65° „ „ nauwelijks opalesceerend,	„	goed.
d.	„ „ „ „ 60° „ „ helder,	„	zeer goed.

In dit geval was de verwarming op 60° C. van te korten duur om het enzym te vernielen, maar ook de samengestelde eiwitstof was niet ontleed: de vloeistof was helder gebleven, en had het vermogen om door snelle verhitting op hoogere temperatuur nucleoproteïde af te scheiden, niet verloren.

Het zou toch al een zeer merkwaardig samentreffen zijn, wanneer de eiwitstof en het enzym, toevallig met elkaar vermengd, zoo volmaakte overeenstemming vertoonden in weerstandsvermogen tegen hooge temperaturen.

Dikwijls is er echter op gewezen, dat een oplossing van pepsine, naar de door Brücke aangegeven methode bereid, geen eiwitreacties geeft, en dat men dus pepsine niet als een eiwitstof beschouwen mag. Intusschen moet in aanmerking genomen worden, dat de door mij bereide pepsine reeds in zeer verdunde oplossingen zeer krachtige werking vertoont. Wanneer van de in den exsiccator gedroogde stof 0.010 gr. wordt opgelost in 100 CC. HCl. 0.2 °/₀, dan verkrijgt men een zeer krachtig werkend maagsap, dat toch met tannine of salpeterzuur geen spoor van opalescentie geeft, bij koken met salpeterzuur kleurloos blijft en dan, na toevoeging van ammonia, een

3

nauwelijks waarneembare gele kleur aanneemt. Toch is de stof, die in het zoutzuur opgelost is, zeer zeker een eiwitverbinding.

Ook omgekeerd kon ik aantoonen, dat in krachtig werkend maagsap, dat geen eiwitreactie gaf, een eiwitstof voorkwam. Zeer goed werkende pepsine uit den handel (een Amerikaansch fabrikaat, van ARMOUX, te Chicago, dat ik van Dr. WOLTERING, apotheker te 's Hertogenbosch ontving) werd in 2 °/₀ phosphorzuur opgelost. Het heldere filtraat werd met kalkwater alkalisch gemaakt en gefiltreerd. Daarna werd het precipitaat met behulp van zoutzuur opgelost en werd de oplossing, na gefiltreerd te zijn, gedialyseerd. De vloeistof, waarvan het volumen bij het dialyseeren sterk toenam, bleef helder, gaf geen spoor van eiwitreacties, maar loste, met behulp van zoutzuur, fibrine snel op. Om nu de oplossing te concentreeren, werd zij met basisch loodacetaat en ammonia behandeld, en werd het precipitaat met oxaalzuur ontleed. Op deze wijze werd het volumen van ongeveer 200 CC. tot 10 CC. teruggebracht. Deze oplossing werd in den dialysator troebel. De door verwarming op 37° C weer bijna helder gemaakte vloeistof digereerde zeer krachtig (2 droppels losten in een kwartier een groote vlok fibrine op in 5 CC. HCl. 0.2 °/₀), gaf bij koken boven de vlam een vlokkig neerslag, dat niet in zoutzuur, maar zeer gemakkelijk in natronloog oploste, werd troebel na toevoeging van tannine en van salpeterzuur, werd geel bij koken met salpeterzuur en gaf de reactie van MILLON. Het ontbreken van eiwitreacties in goed werkende oplossingen van pepsine is dus geen grond tegen de meening dat pepsine een eiwitstof is.

Ten slotte wil ik nog melding maken van een waarneming die mij zeer heeft verrast. Niet alleen de door mij bereide pepsine, maar ook verschillende in den handel voorkomende soorten, van LANGEBEK, van WITTE, van ARMOUX, zijn in staat melk, bij neutrale reactie, te doen stollen. Wanneer eenige korrels pepsine met een droppel water, of, beter nog, met een droppel 0.7°/₀ NaCl worden bevochtigd en daarna met ongeveer vijf CC. melk vermengd, dan is de melk, op lichaamstemperatuur gebracht, in enkele minuten volkomen gestold. Wordt de pepsine met een ruimere hoeveelheid water of keukenzoutoplossing vermengd, dan brengt zij in de melk geen zichtbare verandering te weeg. Deze waarneming verraste mij te meer, omdat ik mij vroeger reeds overtuigd had van de juistheid van HAMMARSTEN's mededeeling, dat een oplossing van chymosine, door digestie met pepsine, bij een gehalte van de vloeistof aan HCl van 0.3°/₀, volkomen werkeloos gemaakt wordt. De door mij bereide pepsine was verkregen door het maagslijmvlies 5 dagen lang in 0.5°/₀ HCl te digereeren. Aanvankelijk meende ik hierin een waarborg te

mogen zoeken voor de onderstelling, dat in de vloeistof waaruit ik pepsine wenschte te bereiden, geen ander enzym aanwezig zou zijn.

Wiskunde. — De Heer SCHOUTE spreekt: *„Over den inhoud van parabolen van hoogeren graad".*

De Heer SCHOUTE toont aan, dat het bekende stel formules (zie o.a. CARR's *Synopsis of pure mathematics*, blz. 438, art. 2996) vereenvoudiging kan ondergaan, wijl de uitdrukking, geldende voor het geval van een parabool van even graad $n = 2m$, eveneens geldt voor het geval van een parabool van den naasthoogeren oneven graad $n = 2m + 1$. Van deze algemeene stelling was tot heden alleen het geval $m = 1$ bekend.

Scheikunde. — De Heer FRANCHIMONT doet eene mededeeling: *„Over Isomeeren van neutrale nitraminen".*

Door Dr. VAN ERP was in 1893 opgemerkt, dat bij de werking van methyljodide op de zilverderivaten van normaal- en van isobutylnitramine, andere producten ontstaan als bij die op de kaliumderivaten; dat zij echter dezelfde empirische samenstelling hebben, dus zoogenaamd isomeer zijn. Hij onderscheidde ze voorloopig als α en β methylderivaten. Kort daarop maakte BAMBERGER een analoog resultaat bekend voor het phenylnitramine.

Bij de bereiding van grootere hoeveelheden butylmethylnitramine uit methylnitraminekalium, verkregen wij eene vrij aanzienlijke hoeveelheid voorloop, die bij fractionneering bleek een lichaam te bevatten van dezelfde empirische samenstelling als butylmethylnitramine, maar met lager kookpunt en lager soortelijk gewicht, evenals bij VAN ERP's β derivaat. In aanraking gebracht met geconcentreerd zwavelzuur, wordt het, evenals dit, plotseling en onder heftige gasontwikkeling ontleed, hetgeen niet 't geval is met butylmethylnitramine. Ook bij verwarming met kaliloog gedraagt het zich anders; terwijl butylmethylnitramine onder anderen butylamine levert, geeft het zoogenaamde isomeer butylalcohol. Het schijnt dus dat, terwijl in het butylmethylnitramine de groep butyl aan stikstof gebonden is, zij in het zoogenaamde isomeer zich aan zuurstof bevindt.

Een analoog verschijnsel werd opgemerkt door Dr. H. UMBGROVE, die allylmethylnitramine uit methylnitraminekalium met allylbromide bereidde, ten einde een gemengd nitramine met onverzadigde groep te leeren kennen. Dit schijnt zich tegenover kaliloog meer als een

gemengd nitramine met aromatische groep, b.v. benzylmethylnitramine, te gedragen dan als een met aliphatische; althans het gaf methylamine. Bij de bereiding verkreeg ook bij een voorloop, waaruit door fractionneering een vloeistof met lager kookpunt en lager soortelijk gewicht werd afgescheiden, die dezelfde empirische samenstelling had en zich verder van het allylmethylnitramine onderscheidt door de heftige werking op zwavelzuur.

Ten slotte zij vermeld, dat bij de verhitting van methylnitramine, reeds beneden 100°, stikstofoxydule ontwijkt, ofschoon langzaam. Laat men de temperatuur rijzen, dan distilleeren beneden 130° twee vloeistoflagen die zich niet mengen; terwijl eindelijk, als de temperatuur 187° bereikt, dimethylnitramine overkomt. Bij fractionneering der overgekomen vloeistoffen verkrijgt men een lichaam, dat 't zelfde kookpunt heeft als 't product der inwerking van methyljodide op methylnitraminezilver en eveneens heftig door zwavelzuur wordt ontleed. Hier schijnt ook een isomeer van dimethylnitramine gevormd te zijn en een derde vormingswijze dezer lichamen gevonden.

Bij verhitting van methylnitramine met andere lichamen, bv. phenolen, zooals βnaphtol enz. op 100°, ontwijkt stikstof en vormt zich een weinig methylaether van 't phenol nevens kleurstoffen.

Scheikunde. — De Heer SCHOUTE biedt aan, namens Dr. A. F. HOLLEMAN te Groningen, eene mededeeling getiteld: „*Waarnemingen over phenylnitromethaan*".

De onderzoekingen van HANTZSCH over phenylnitromethaan (Berichte **29**, 699) en die van NEF (Berichte **29**, 1218) over de inwerkingsproducten van acylchloride op Na-nitroaethaan, maken het wenschelijk, mijne verdere waarnemingen over phenylnitromethaan thans reeds openbaar te maken.

Aan het einde mijner tweede mededeeling over deze stof (Recueil 14, 129) heb ik aangetoond, dat hare *m*-nitroverbinding in twee vormen optreedt: een gele en een kleurlooze; ik heb toen tevens aangekondigd, dat ik dit ook voor andere nitroderivaten zoude trachten te bewijzen. Eene eerste poging in die richting werd met phenylnitromethaan zelf gedaan; onder bepaalde omstandigheden uit zijne natriumverbinding vrij gemaakt, bleek dit in een vasten gekrystalliseerden vorm op te treden, die spontaan weer in den gewonen vloeibaren overging. In October l.l. toonde ik deze krystallen reeds aan den Heer LOBRY DE BRUYN. Intusschen is HANTZSCH (l.c.) tot hetzelfde resultaat gekomen.

In bovenbedoelde tweede mededeeling werd er verder op gewezen,

dat in de nitroverbindingen waarschijnlijk eene hydroxylgroep is aan te nemen. Ten einde dit te bewijzen, heb ik de natriumverbinding van phenylnitromethaan met benzoylchloride behandeld. Hierbij ontstond, behalve eene olieachtige vloeistof, een prachtig gekrystalliseerd lichaam, smeltende bij 161°, dat blijkens analyse en eigenschappen, dibenzhydroxamzuur is. Daar evenwel hiervoor een smeltpunt van 153° wordt opgegeven, heb ik genoemd lichaam op de gewone wijze bereid en mij er van overtuigd, dat, door herhaald omkrystalliseeren, zijn smeltpunt eveneens op 161° blijft staan.

De vorming van dibenzhydroxamzuur zou nu als bewijs voor de aanwezigheid eener hydroxylgroep in de nitroverbinding kunnen gelden, ware niet reeds door KISSEL gevonden, dat genoemd zuur ook ontstaat bij inwerking van benzoylchloride op Na-nitro*aethaan*, hetgeen op eene primaire afsplitsing van hydroxylamine duidt. Het zal dus noodig zijn Na-phenylnitromethaan met een ander zuurchloride te behandelen om uit te maken, of het dihydroxamzuur hier primair of secundair ontstaat.

Bij de inwerking van benzylchloride op Na-phenylnitromethaan ontstaat, behalve veel benzaldehyd, een fraai gekrystalliseerd lichaam, smeltende bij 124°, hetgeen nog nader moet onderzocht worden.

Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt eene mededeeling aan: „*Over het meten van zeer lage temperaturen*", I.

1. *Waterstofthermometers voor zeer lage temperaturen.* — Nu het meten van zeer lage temperaturen meer en meer van belang wordt, komt het mij wenschelijk voor de toestellen te beschrijven, die tot dit doel in het kryogeen laboratorium te Leiden (zie Zittingsverslag 29 Dec. 1894) sedert eenige jaren gebruikt worden.

Zij zijn onder mijne leiding ingericht door den Heer H. A. BLOM, adjunct-instrumentmaker aan het Laboratorium, wiens vernuft mij daarbij zeer te stade is gekomen.

De grondslag voor de temperatuurbepalingen levert de waterstofthermometer bij constant volume.

Het gebruik van een gasthermometer voor nauwkeurige bepalingen bij zeer lage temperaturen stelt andere eischen aan dit werktuig dan gewoonlijk bij standaard-thermometers vervuld zijn. De moeilijkheid om over groote hoeveelheden vloeibaar gas te beschikken maakt het noodzakelijk, de afmetingen van het thermometerreservoir zoo gering te kiezen, dat dit kan worden opgenomen in de glazen, welke in den regel dienen voor het verzamelen van de vloeibare gassen. De bijzondere voorzorgen, welke men in acht moet nemen bij het werken met

vloeibare gassen, maken het verder hoogst wenschelijk, dat de toestel gemakkelijk te hanteeren is, zoodat men tegen verplaatsen niet behoeft op te zien, en het brengen van den thermometerbol in het bad van vloeibaar gas, evenals het verwijderen daaruit, met gemak kan geschieden. Immers, om het bad van vloeibaar gas te verkrijgen of in stand te houden, heeft men allerlei hulpmiddelen noodig, die veelal zeer moeilijk te verplaatsen zijn, en die toestellen en hulpmiddelen moeten ook voor andere proeven beschikbaar blijven. Verder is het van voordeel, wanneer men achtereenvolgens gemakkelijk verschillende thermometers in eenzelfde vloeistofbad kan dompelen. In het volgende worden twee modellen van waterstofthermometers beschreven, die zeer nauwkeurige metingen mogelijk maken en aan de eischen van het gebruik bij zeer lage temperaturen voldoen. Bij het eene model treedt iets meer het kleiner volume, bij het andere model iets meer de grootere nauwkeurigheid op den voorgrond. Wij beschrijven eerst het kleinere model en zullen daarna opgeven in welk opzicht het grootere zich daarvan onderscheidt.

De geheele inrichting van den thermometer en de wijze van gebruik ziet men zonder verdere aanwijzing gemakkelijk op Pl. I, fig. 1 en 2, waar het vergelijken van het thermoëlement van Wroblewski met den waterstof-thermometer is voorgesteld, hetgeen reeds in het Zittingsverslag van 29 Dec. 1894 pag. 179 vermeld werd en in eene volgende mededeeling zal worden behandeld. Waterstofthermometer en thermoëlement zijn daarbij gedompeld in het bad van vloeibare zuurstof, verkregen in het l. c. beschreven kookglas O [1]). De teekening van Pl. I is, gelijk in het oog valt, half schematisch (dit geldt in 't bijzonder van de verbindingen); verder is de wijze waarop sommige deelen der toestellen tegen temperatuursverandering beschut worden, daarop niet aangegeven, en ontbreken o. a. de thermometers, op welke de temperaturen ten behoeve van correcties worden afgelezen.

2. *Beschrijving van den kleineren waterstofthermometer.* — Het thermometergedeelte bestaat uit een bol, a, fig. 1 Pl. II, van circa 30 cm^3. inhoud, geblazen aan een capillairen steel, b, van 0.25 mm. inwendigen diameter. De capillair is zoo eng gekozen, omdat zij den overgang vormt tusschen de deelen van den thermometer, die op lage temperatuur, en die welke op de kamertemperatuur zijn; de temperatuur van het in de capillair op verschillende hoogten bevatte

[1]) Eene meer uitvoerige teekening van het kookglas bevindt zich in het artikel van E. Mathias, Le laboratoire cryogène de Leyde. Revue Générale des Sciences 1896 p. 387 fig. 3.

gas is dus vrij onzeker. Het bolletje is uit Jenaglas vervaardigd, en wordt op 2,5 atmosfeer overdruk geperst. De inhoud van de capillair wordt met kwik en het volume van het geheele bolletje met water bepaald, verder wordt de volume-verandering onder druk bepaald.

De thermometerbol en -steel staan met de ruimte, waar de instelling op constant volume wordt verricht: het volumenometerdeel, in verband [1]) door een stalen capillair, *d*, van de soort, die sedert jaren bij de proeven te Leiden gebruikt en door de firma P. J. Kipp & Zn., J. W. Giltay opvolger, geleverd worden (zie ook Zittingsverslag Dec. 1894, pag. 168: capillaire verbinding van pompreservoir en persbuis [2])). De capillair wordt door inbranden met olie uitwendig tegen roesten beschermd. De diameter van de capillair is nagenoeg 0,8 mm., de lengte ongeveer 180 cm., de inhoud dus bijna 1 cm^3. Wanneer de temperatuur er van zorgvuldig wordt bepaald, kan dit schadelijk volume worden toegelaten. De aansluiting van de stalen capillair aan de glazen capillair eenerzijds, aan het volumenometerdeel anderzijds, wordt verkregen door aan de stalen capillair bevestigde stalen dopjes, *c* en *e*, in welke de glazen capillair en de volumenometerbuis worden vastgekit. Over de voorzorgen waarmede de dopjes aan de capillair bevestigd worden en de capillair en de volumenometerbuis in deze dopjes worden vastgehecht, wordt nader gehandeld in § 3.

Op het benedenvlak van de kern van het stalen dopje, dat de volumenometerbuis van boven afsluit en met de capillair verbindt, verheft zich in het midden een fijn, uit het stuk zelf gedraaid kegeltje, *f*, dat dus zorgvuldig bewerkt kan zijn en zich juist midden in de buis kan bevinden. Men stelt op constant volume in, door den top van den meniscus van het kwik in het volumenometerdeel met deze spits in aanraking te brengen. Daar de benedenzijde van de kern de volumenometerbuis, *g*, volkomen vlak afsluit [3]), kan het volume van het volumenometerdeel boven den kwikmeniscus nauwkeurig berekend worden. De volumenometerbuis is uit een volkomen cylindrische buis vervaardigd en wordt nauwkeurig gecalibreerd. De wijdte bedraagt 9 mm. Bij de keuze van deze afmeting is er op gerekend, dat door het meten van den pijl van den kwikmeniscus de correctie voor de capillaire depressie wordt aangebracht, welke correctie echter eene toevallige fout overlaat, die des te geringer is, naarmate de diameter van de buis grooter genomen wordt. Bij de gekozen afmeting komt

---

[1]) Chappuis, Mém. d. Bur. Intern. T. VI p. 28.
Wiebe u. Böttcher, Zeitschr. f. Instr. 1890 p. 17 u. 19.

[2]) Eene teekening daarvan vindt men bij Mathias l.c. p. 389 fig. 5.

[3]) Pernet volgens Chappuis, Mém. Bur. Intern. VI p. 31.

deze fout nagenoeg overeen met de toevallige fout, die het gevolg van eene afwijking bij het instellen van den top van den meniscus op de stalen spits zal kunnen zijn: eene fout, die bij een wijdere buis grooter zou worden. De volumenometerbuis is [1]) door eene caoutchoucslang, *l*, verbonden met de open manometerbuis en draagt als gewoonlijk een drieweg-kraan. Het afvoerbuisje, *k*, eindigt in een fijne capillair, welke dient om, bij het calibreeren van de volumenometerbuis, zeer nauwkeurig bekende hoeveelheden kwik af te tappen, voor de berekening waarvan op den stand van de kwikzuil in de capillaire punt gelet wordt. De manometerbuis is van dezelfde soort en diameter als de volumenometerbuis. Wanneer met den thermometer niet wordt waargenomen, blijft de drieweg-kraan gesloten. Boven de drieweg-kraan is een kamertje, *i*, aangebracht, dat dient om kleine stofjes of gasbelletjes op te vangen, die de caoutchoucbuis mocht loslaten. Verder is in de volumenometerbuis een bolletje, *h*, aangebracht, dat bij de vulling (zie § 6) dient om bij iets minder dan gewonen druk zooveel gas in het werktuigje te kunnen brengen, dat, bij instelling op het bij de metingen gebruikelijke volume, een spanning van ongeveer 1100 mM. bij 0°, dus van ongeveer 1500 Mm. bij 100° en van ongeveer 300 mM. bij —200° bereikt wordt.

3. *Afwijkende maten van het grootere model.* — Dit onderscheidt zich slechts doordat bij denzelfden diameter (zie Pl. II fig. 2) het reservoir langer genomen is, en een inhoud heeft van circa 90 cm³. Het kan evenals het kleinere model in de kookglazen (Zittingsverslag '94 l. c. n⁰. 9) worden opgenomen.

In overeenstemming met den grooteren inhoud van het thermometerdeel, is de volumenometerbuis wijder (12 mm.) en het volumenometerbolletje grooter gekozen.

4. *Eenige voorzorgen en hulpmiddelen bij het inrichten en het gebruik der thermometers.* — Het glaswerk wordt met geconcentreerd salpeterzuur, daarna met 25 pCt. kalioplossing, en daarna met gedistilleerd water uitgekookt. Het wordt vervolgens met lucht, die over bijtende natron, zwavelzuur en phosphorpentoxyd gestreken is, gedroogd bij sterke verwarming en, waar dit aangaat, bij luchtledig pompen met de kwikluchtpomp.

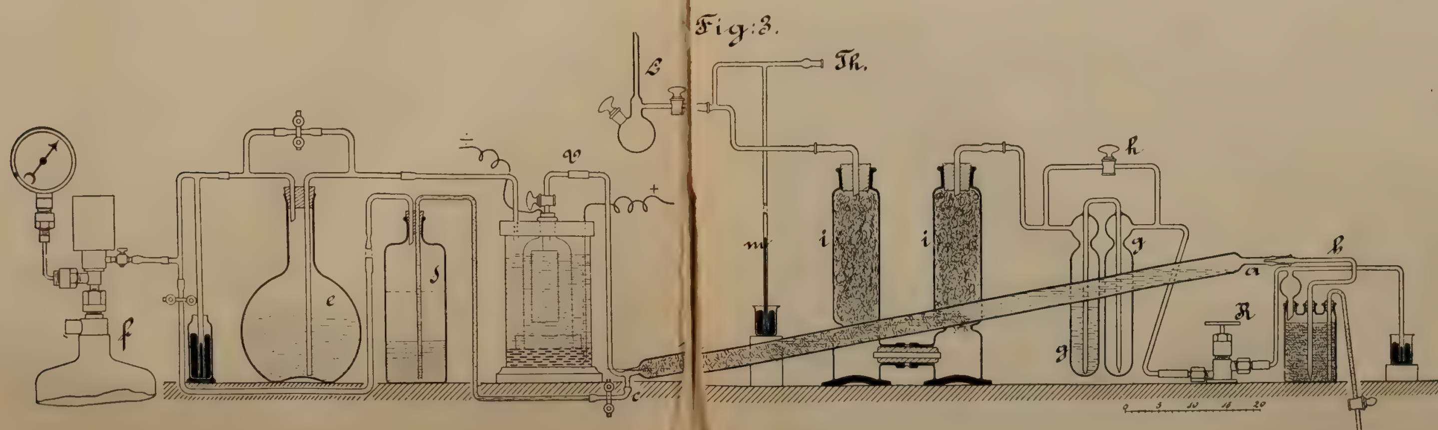
Ten einde het thermometerdeel aan deze bewerkingen te onderwerpen, bevindt zich onder aan het bolletje (zie Pl. II fig. 3*a*) oorspronkelijk een buisje, waardoor de vloeistoffen kunnen worden opgezogen, en is het boveneinde van de glazen capillair oorspronkelijk nog verlengd door een wijder stuk, voorzien met een geslepen tapstukje (zie

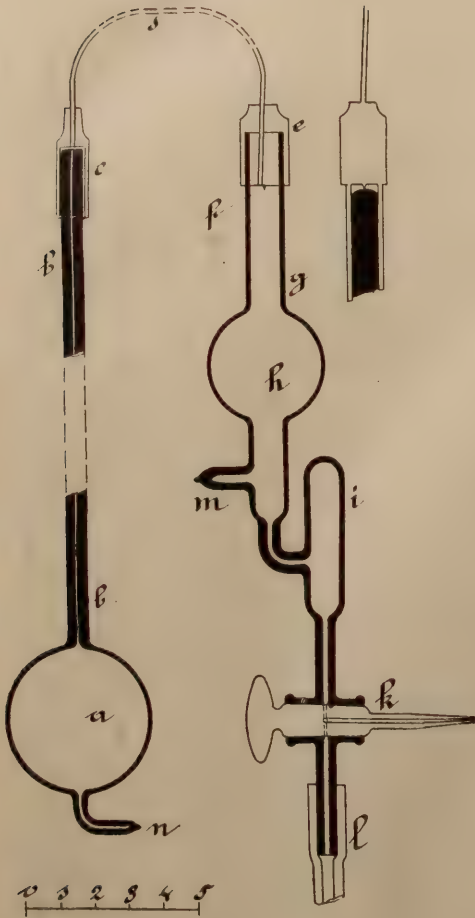
[1]) JOLLY Pogg. Ann. Jubelband.

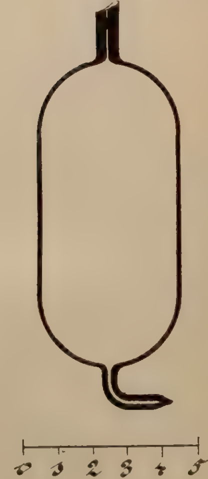
Fig: 1.

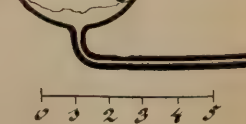
Fig: 2.

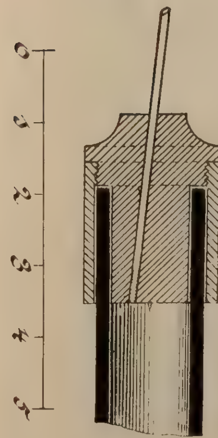
Fig: 3.

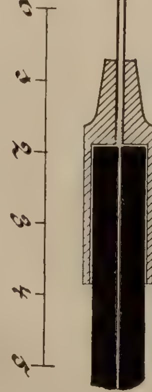


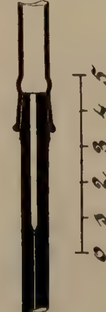

Fig: 1.

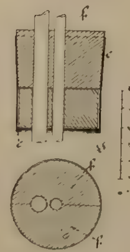

Fig: 2.

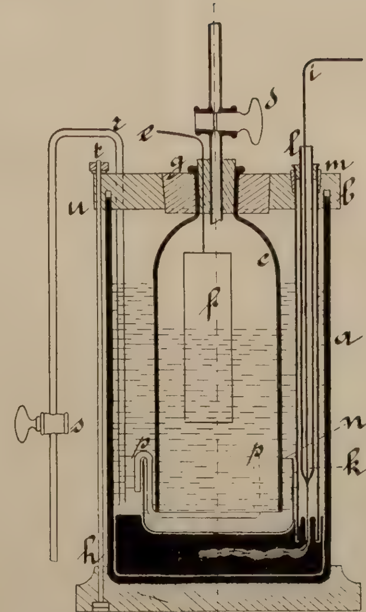

Fig: 3a.

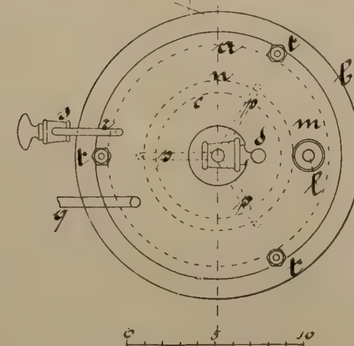

Fig 4a

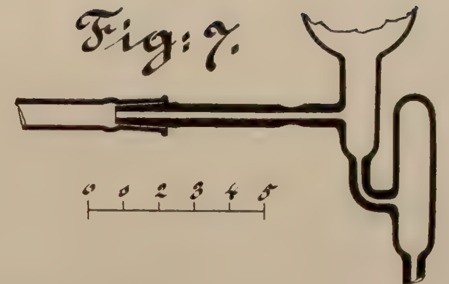

Fig: 4b.

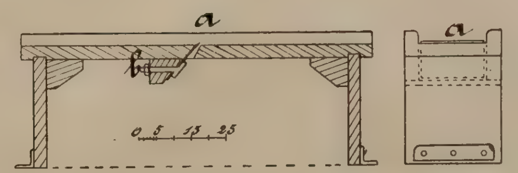

Fig: 3b.

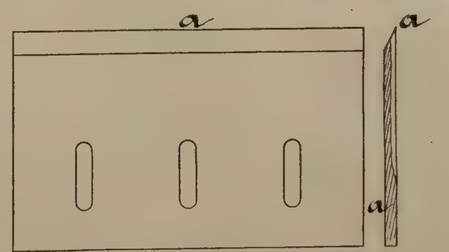

Fig: 5.




Fig: 6


Fig: 7.




Fig: 8.

Pl. II fig. 3*b*) waardoor hij aan de luchtpomp kan worden verbonden. Na het verrichten van de bewerkingen, in de vorige en in deze § vermeld, wordt het eerste buisje afgesmolten, het tweede verlengstuk zeer voorzichtig afgesneden om een volkomen vlakke breuk te krijgen, wat noodig is om, bij het inkitten in het stalen dopje, niet een schadelijke ruimte over te houden.

De stalen capillair wordt met behulp van een door een accumulatorenbatterij geleverden electrischen stroom uitgegloeid; vervolgens wordt er lucht onder 100 atmosferen in geperst, om te onderzoeken of er ook kleine lekjes zijn, gelijk dikwijls in deze capillairen voorkomen, en eindelijk wordt er droge lucht onder hoogen druk doorgeblazen. De capillair wordt dan met zuiver kwik doorgespoten en, om den inhoud te bepalen, luchtledig gepompt en met kwik gevuld. Op het buisje is aan de beide uiteinden een uiterst fijne schroefdraad gesneden; het wordt, nadat de genoemde bewerkingen zijn afgeloopen, in de beide stalen dopjes geschroefd, terwijl men de schroefgangen door marinelijm sluitend maakt; daarna wordt de capillair aan de bovenzijde van de dopjes gesoldeerd. Het aanbrengen van de marinelijm heeft in het bijzonder bij het dopje, dat op de volumenometer buis gekit is, ook ten doel: het onmogelijk te maken, dat kwik met het soldeer in aanraking kan komen, wanneer het soms bij ongeluk in de capillair mocht opstijgen.

Om de volumenometerbuis te kitten in het daarbij behoorend stalen dopje (zie Pl. II fig. 4*a*), keert men het laatste om, vult de geul tusschen kern en mantel met lak, en dompelt daarin, nadat het behoorlijk verwarmd en aan de buitenzijde met een fijn laklaagje bedekt is, het volumenometerdeel, welks kraan gesloten is. Men zorgt er voor, door de stalen capillair lucht toe te voeren of weg te zuigen, zoodat ten gevolge daarvan het lak, bij het langzaam dalen van het glazen stuk, naar buiten afvloeit, terwijl aan de binnenzijde het lak slechts als een fijn lijntje, dat de vlakke stalen kern begrenst, bij afkoeling overblijft. Slechts met deze voorzorgen krijgt men eene binnenbegrenzing van de schadelijke ruimte, die nauwkeurige berekening mogelijk maakt. En de instelling op de spits zou, bij verwaarloozing van deze voorzorgen, licht door over de binnenzijde van het glas uitgespreid lak verhinderd worden.

Bij het inkitten van de glazen thermometercapillair in het daarvoor bestemde dopje (zie Pl. II fig. 4*b*), wordt het glas wederom met een dun laagje lak bestreken, en eveneens het dopje aan den bovenrand van binnen met een zeer dun laagje bedekt. Bij zachte verwarming schuift men de glazen capillair, zorgvuldig en er op lettend dat de lucht uit de stalen capillair kan ontwijken, langzaam (in ongeveer 5 minu-

ten) in het dopje. Men verkrijgt dan een volkomen aansluiting zonder schadelijke ruimte. Ter verkrijging van de noodige zekerheid in deze bewerking, verricht men haar eerst eenige malen met een proefstukje, dat men aan een bus met vloeibaar koolzuur koppelt, om te zien of er goede sluiting verkregen wordt.

De caoutchoucslang wordt vooraf langen tijd met zuiver kwik behandeld en warm met lak op de buizen gekit. De manometerbuis met caoutchoucslang worden gevuld met kwik, dat in het luchtledig gedistilleerd is in een distillateur, waarin alleen kwik gebracht wordt, dat vrij is van bijmengselen van vreemde metalen.

Volumenometerbuis en manometerbuis zijn met klemmen, welke zeer nauwkeurige schuifbeweging hebben, aan een bijzonder licht, maar zuiver bewerkt statief bevestigd, en zijn daarlangs vlug of micrometrisch te verschuiven. Dit meer kostbare statief dient in den regel alleen voor den thermometer met welken wordt waargenomen. Thermometers, tijdelijk buiten gebruik, worden met gewone klemmen aan gewone statieven opgehangen. Men behoeft slechts manometer en volumenometerbuis, uit de klemmen verwijderd, in de eene hand en den eigenlijken thermometer in de andere te vatten, om het werktuigje gemakkelijk over te brengen in de toestellen, waar men de temperatuur wenscht waar te nemen, nadat het volumenometerdeel aan het bij die toestellen geplaatste statief bevestigd is. Ook is, wanneer het werktuigje aan het genoemde statief bevestigd is, dit statief in de eene hand en de thermometerbuis in de andere hand gemakkelijk te verplaatsen. Het is een groot voordeel gebleken, dat het thermometertje, met hetwelk standaardnauwkeurigheid te bereiken is, zoo gemakkelijk te hanteeren is. Dit heb ik vooral verkregen door gebruik te maken van de stalen capillair.

Ten einde den thermometer in toestellen te brengen, die gewoonlijk gesloten moeten zijn en veelal ook luchtledig gepompt moeten kunnen worden, voorziet men hem van een stop als in Pl. II fig. 5 afgebeeld. De koperen ring, *c*, kan over het bolletje geschoven worden. Men legt in dezen, steunende op het randje, *e*, een in tweeën gedeelde koperen plaat als bodem, vult het cylindrische deel met een in tweeën gedeelde kurk aan, en brengt eindelijk in het conisch deel een in tweeën gesneden en met opgelost caoutchouc bestreken caoutchoucstop aan. Het cylindrische deel van den ring wordt met caoutchoucringen, kit en trekbanden op het mondstuk van den toestel bevestigd, in welken men de temperatuur wenscht te meten.

5. *Toestel tot bereiden van zuiver waterstofgas.* — Het is van groot belang voor metingen bij zeer lage temperaturen, dat de thermometer met absoluut zuiver waterstofgas gevuld wordt. Het

gas wordt daartoe langs elektrolytischen weg bereid en, op het voetspoor van COOKE en RICHARDS [1]), die de bereiding van waterstof ten dienste van atoomgewichtsbepalingen uitvoerig onderzochten, heb ik verdund zoutzuur als electrolyt gekozen. Op Plaat I fig. 3 zijn de toestellen voor deze methode afgebeeld. De voorstelling is weder schematisch. Zoo zijn bijv. de veerende glasbuizen, welke het verband tusschen den ontwikkelingstoestel, de kwikluchtpomp en den te vullen toestel vormen, weggelaten.

De voltameter V, op plaat I fig. 3, bestaat uit een glazen beker *a* (zie verder Pl. II fig. 6) met eboniet deksel, *b*, die een klok, *c*, met kraan, *d*, draagt, waarin een als electrode dienende platinaplaat, *e*, met behoorlijk geïsoleerden stroomafvoerdraad hangt en waarin de aan de electrode ontwikkelde waterstof zich verzamelen kan. De hals van de klok is bevestigd in dezelfde caoutchouc stop, *g*, waardoor ook de stroomafvoerdraad loopt. De bodem van den beker is bedekt met een laag zinkamalgaam, *h*, bereid door chemisch zuiver zink in chemisch zuiver kwik op te lossen. Tot het toeleiden van den stroom dient een aan een koperdraad gesoldeerde bundel van samengevlochten platinadraadjes, gezamentlijk van genoegzame doorsnede om den stroom te geleiden. De soldeerplaats wordt beschermd door een omhullende buis, *l*, in het benedeneinde, *k*, waarvan het met email is vastgesmolten. De aan het bovendeel op deze wijze omhulde electrode wordt in den toestel gebracht door middel van een tweede buis, *m*, die in het deksel vastgekit is en tot in het amalgaam reikt. In deze buis wordt de electrode luchtdicht met caoutchouc bevestigd.

Er vormen zich slechts weinig gasbellen aan het zinkamalgaam. Ten einde het echter onmogelijk te maken, dat deze haren weg naar de klok nemen, die voor het opvangen van de electrolytisch gevormde waterstof bestemd is, drijft op het zinkamalgaam een glazen bak, *n*, welks randen hooger reiken dan de benedenrand van de klok. De bak wordt verhinderd op te stijgen door drie aan elkaar gesmolten armen van email, *p*, die met haken over de randen grijpen en steunen tegen den benedenrand van de klok. De caoutchoucstop in den hals van de klok, de hals van de klok en de caouchoucstop, die de klok draagt, zijn eveneens met opgelost caoutchouc onderling en met het eboniet deksel luchtdicht verbonden. Voor het aftappen en inbrengen van de electrolytische vloeistof, zijn twee buizen, *q* en *r*, in het deksel gekit, van welke de eerste met eene kraan, *s*, is voorzien.

Het deksel wordt met trekstangen, *t*, boven op den afgeslepen rand

---

[1]) Proceed. Americ. Acad. 1887—88.

van den beker vastgedrukt en een tusschengelegen pakkingring, *u*, geeft ook hier luchtdichte sluiting.

De electrolytisch afgescheiden waterstof ontwijkt uit den ontwikkelingstoestel door de kraan boven aan de klok, en doorloopt twee waschtoestellen, Pl. I fig. 3 *a* en *b*, gevuld met chemisch zuivere kalioplossing van 23 pCt. Het eerste, *a*, is een hellende buis, waarin glaskralen om de waterstofbellen bij het langzaam opstijgen meer te verdeelen; het tweede is een Woulfsche flesch, eveneens met glaskralen en kalioplossing gevuld. Door salpeterzuur zilver kon achter de eerste waschbuis nog een spoor van chloor worden aangetoond. In de kalitoestellen wordt de oplossing gebracht en desnoods vernieuwd met behulp van de aftapkranen, *d*, *c* en *k*, en de aftapfleschen.

Het als electrolytische vloeistof dienende vijfvoudig verdunde chemisch zuivere zoutzuur wordt verder, evenals bij Cooke en Richards [1]), vooraf in eene kolf uitgekookt. Zoowel gedurende deze bewerking als gedurende het afkoelen wordt een stroom van waterstof doorgeleid. Men maakt voor deze bewerking gebruik van de door John Orchard in bussen geleverde waterstof, die men eerst nog door zoutzuur en bijtende kali zou kunnen wasschen. De bus, *f*, met den voorraad van samengeperst gas, wordt echter, volgens de regelen van het Leidsche Laboratorium, gedurende het koken niet in het lokaal gebracht waar de vlam brandt.

Uit de kalioplossing is, evenals uit het zoutzuur, te voren de lucht door waterstof uit de bus verdrongen. Evenzoo wordt de geheele toestel, voor- en nadat de oplossingen er in gebracht zijn, met die waterstof gevuld. Wanneer de oplossingen in de ontwikkelings- en waschtoestellen gebracht zijn, laten zij daarin slechts een geringe ruimte over, die met gas gevuld is. Het in die ruimte bevatte gas kan, na genoegzaam doorleiden van waterstof, slechts nog zeer geringe bijmengselen bevatten. Eerst wanneer echter ook dit nagenoeg zuivere gas genoegzaam door electrolytisch ontwikkelde waterstof, die door het veiligheidsbuisje ontwijken kan, verdrongen is, en dus alle verontreinigingen weggevoerd zijn, komt de toestel tot levering van electrolytische waterstof in gebruik.

Wordt de lucht uit de ontwikkelings- en waschtoestellen aldus door een aanhoudenden gasstroom verdrongen, uit de droogtoestellen geschiedt dit door herhaald luchtledig pompen met de kwikluchtpomp.

De scheiding tusschen het al en niet luchtledig te pompen deel van den toestel wordt gevormd door een fijne regelkraan, *R*, gelijk deze

[1]) l. c. pag. 167.

bij bewerkingen met samengeperste gassen te Leiden in gebruik zijn [1]).

Het te drogen gas doorloopt in de eerste plaats een dubbel of veiligheidsdroogfleschje, *g*, [2]), met zwavelzuur hydraat [3]). In zulk een dubbeldroogfleschje heeft het omkeeren van den zin van het drukverschil langs den weg van het gas geen ander gevolg, dan dat de vloeistof van het eene in het andere fleschje overstroomt; zij kan niet in voorafgaande toestellen terugslaan. Voor het gebruik aan de luchtpomp is dit droogfleschje nog voorzien met een verbindingsweg met kraan, *h*, die gesloten wordt wanneer men gas door de vloeistof wil laten strijken, doch geopend wordt, wanneer men luchtledig pompt. Is de toestel luchtledig, dan moet de fijne regelkraan, *R*, met de uiterste behoedzaamheid geopend worden om de eerste gasbellen door het zwavelzuur te laten strijken. Verder neemt het gas zijn weg door twee droogtorens, *i*, *i*, met op glaswol uitgespreid chemisch zuiver phosphorpentoxyde.

Daar sedert een paar jaren herhaaldelijk bereiding van zuivere waterstof noodig is, zijn de ontwikkelings- en waschtoestellen samen op een plank gemonteerd, die op de tafel wordt vastgeklemd, terwijl het verband met de kwikluchtpomp, *L*, en den te vullen toestel, *Th*, door veerende glasbuizen verkregen wordt, die met geslepen stoppen daarbij aansluiten en bij de toestellen met de handblaasvlam aan elkaar gesmolten worden.

6. *Vulling.* — Ten einde den thermometer met het zuivere gas te vullen, is aan het volumenometerdeel een dikwandig zijbuisje aangebracht, dat oorspronkelijk eindigt in een geslepen tapje, zie Pl. II fig. 7, hetwelk de verbinding met de kwikluchtpomp en den toestel, die het gas leveren kan, vormen.

Men sluit de drieweg-kraan van het volumenometerdeel nadat uit de met kwik gevulde manometerbuis en caoutchoucslang geruimen tijd kwik door deze drieweg-kraan is afgestroomd, en laat boven de kraan ongeveer 1 cM. kwik opstijgen. Met behulp van de kwikluchtpomp pompt men dan, langs het zooeven genoemde buisje, het

---

[1]) Zie Stoel, Metingen over den invloed van de temperatuur op de inwendige wrijving van vloeistoffen tusschen het kookpunt en den kritischen toestand. Diss. Leiden 1891, pg. 12. Mathias, l. c. pg. 383, fig. 1, n°. 8.

[2]) Zie De Vries, Metingen over den invloed van de temperatuur op de capillaire stijghoogte van aether. Diss. Leiden 1893, Pl. I.

[3]) Inwerking van het door electrolyse verkregen gas op het zwavelzuurhydraat, gelijk dat bij Chappuis Mém. Bur. Intern. VI, p. 105 voorkwam, die zijn toestel vulde met waterstof, verkregen door electrolyse van orthophosphorzuur, werd bij de bepalingen van Cooke niet gevonden en werd ook door mij niet opgemerkt.

thermometer- en het volumenometerdeel eenerzijds, en de droogtoestellen van het geheel in orde gebrachte waterstof-apparaat anderzijds, tot op een paar duizendste millimeter luchtledig en overtuigt zich dat alles volkomen sluit. Dan sluit men den stroom, regelt dezen met een weerstand op 2 à 3 Amp. en opent de regelkraan zoover, dat er evenveel gas naar de droogtoestellen gaat als in den ontwikkelingstoestel gevormd wordt, terwijl men de vordering van de vulling op den manometer volgt. Men zorgt vooral, om overstorting in de waschflesch, pl. I, fig. 3, *a*, te voorkomen, dat men de regelkraan niet te ver opent. De bewerking van het luchtledig pompen en vullen, die telkens ongeveer 2 uur in beslag neemt, herhaalt men verscheiden malen. De laatste maal dat luchtledig gepompt is, laat men door de drieweg-kraan voorzichtig zooveel kwik in het volumenometerdeel opstijgen, dat het stofvangende kamertje niet alleen afgesloten wordt, maar dat ook, bij het toelaten van gas, dit kamertje geheel met kwik wordt gevuld. Dan smelt men het zijbuisje af en perst men het kwik in het volumenometerdeel naar boven.

7. *Nulpunt.* — Tot bepaling hiervan dient geschaafd[1]) zuiver ijs. De toestel, die dient om het ijs te schaven[2]), is afgebeeld in Pl. II fig. 8. Het blok ijs wordt over de staande schaaf heen en weer geschoven; het fijn verdeelde ijs valt in een bak onder het mes en vormt, gedrenkt met gedistilleerd water, een fijnkorrelige verzameling van met een dunne waterhuid overtrokken ijsdeeltjes. Deze bakken niet samen en na uren lang gebruik brokkelt de massa nog even fraai als in het begin. Het mes, *a*, is van ijzer, met een meskant van staal; door het met stelschroeven, *b*, verschillend te stellen, kan men meer of minder fijn schaven. Is het ijs goed fijn geschaafd, dan bestaat er geen bezwaar tegen om het waterstof thermometertje, ofschoon dit natuurlijk breekbaar is, in het ijs te pakken, dat daartoe in een grooten bloempot wordt gebracht. Op eenigen afstand van het toestelletje kan men het ijs met de noodige voorzichtigheid zelfs stevig aandrukken. Het smeltwater loopt door verscheidene openingen af in een schotel van aardewerk en stroomt daaruit af door een buisje op gelijk niveau met den bodem van den bloempot.

Het plan bestaat om, ten einde het ijs nog beter tegen verontreiniging te beschutten, de schaafplank met twee platen marmerglas te bedekken.

---

[1]) Pernet, Meteorol. Zeitschr. 1879, p. 131.

[2]) Guillaume, Mém. Bur. Intern. T. V p. 41.

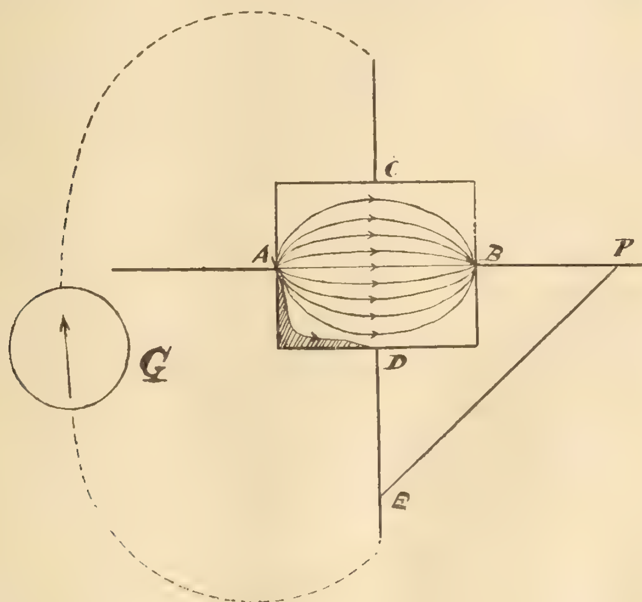
Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt namens den Heer E. VAN EVERDINGEN JR., Phil. Docts., eene mededeeling aan: „*Opmerkingen over de methode van waarneming van het verschijnsel van* HALL", naar aanleiding van onderzoekingen, verricht in het natuurkundig Laboratorium te Leiden.

Bij alle onderzoekingen, waarover in de volgende mededeelingen gesproken zal worden, is gebruik gemaakt van de methode, beschreven door Dr. A. LEBRET in Hoofdstuk VIII § 6 van zijn proefschrift.

Aanvankelijk bediende ik mij ook van den zijstroom (Hoofdstuk III § 1 γ) om den secundairen stroom in een magneetveld 0, ontstaande door niet geheel juist aanbrengen van de secundaire electroden, op te heffen. Daaraan zijn echter verschillende bezwaren verbonden.

1⁰. Dikwijls, vooral bij hoogere temperaturen, blijkt, dat wanneer men vóór een waarneming den weerstand in den zijstroom goed gekozen heeft, nà de waarneming in een magneetveld 0 weer een secundaire stroom optreedt bij het sluiten van den hoofdstroom. Er blijft dan niet anders over dan de geheele waarneming te verwerpen, daar een voortdurend veranderen van den zijstroom een fout veroorzaakt, zoowel in de uitkomst voor den gemiddelden HALL-stroom als in die voor de dissymmetrie, en de fout niet berekend kan worden.

2⁰. Zelfs wanneer voor en na de waarneming de zijstroom de juiste waarde heeft, is men er niet zeker van, dat de waargenomen



secundaire stroomen alléén door het verschijnsel van HALL zijn ontstaan [1]).

Stellen we ons voor dat de hoofdstroom door het plaatje gaat van *A* naar *B*, dat de secundaire electroden *C* en *D* verbonden zijn door den galvanometer *G*, en dat de zijstroom is aangebracht volgens *EF*. Is de weerstand hierin zoo gekozen, dat de galvanometer geen uitslag vertoont bij het sluiten van den hoofdstroom, dan zijn *C* en *E* aequipotentiaal. Het gedeelte van den hoofdstroom onder de stroomlijn *AD* gaat verder langs *DEF*.

Het geheel kan nu opgevat worden als een brug van WHEATSTONE; de vier weerstanden zijn dan *ADE*, *ACD*, *CDF* en *EF*. In het magnetisch veld neemt nu de weerstand van bismuth toe. Alleen wanneer de evenredigheid tusschen de vier weerstanden bleef bestaan, zou de galvanometer stroomloos blijven; daar echter de weerstand van *DE*, *EF* en *BF* niet verandert, bestaat hierop weinig kans. Reeds zonder dat er een verschijnsel van HALL bestond, kon dus in een magnetisch veld een secundaire stroom optreden, die voor beide richtingen van magnetisatie dezelfde richting zou hebben. Bij aanwezigheid van het HALL-verschijnsel veroorzaakt deze fout dissymmetrie, waarvan het bedrag niet te berekenen is.

Meet men daarentegen den secundairen stroom in het magneetveld 0 (dien we voortaan S_o zullen noemen) met den compensatiestroom, dan treedt de fout ook wel op, maar is een correctie voor de weerstandstoename mogelijk. Daar nl. de weerstand van het plaatje tegenover dien van de geheele primaire geleiding verwaarloosd kan worden, verandert de hoofdstroom niet, en nemen, bij een weerstandstoename van *p* pCt., alle van den weerstand afhankelijke potentiaalverschillen in het plaatje, ook dat aan de secundaire electroden, toe met *p* pCt. Ook S_o moet dus met *p* pCt. vermeerderd worden om den secundairen stroom te krijgen die er zijn zou, wanneer het verschijnsel van HALL niet bestond.

Neemt men bovendien voor S_o het gemiddelde der waarden, voor en na de waarneming verkregen, dan is ook het eerste bezwaar grootendeels opgeheven.

De weerstandstoename van bismuth door magnetisatie is verschillend voor zuiver en onzuiver bismuth en hangt ook af van de behandeling van dit metaal bij het gieten enz. (zie RIGHI, Atti della R. Acc. dei Lincei, Serie III, Memorie XIX, pag. 576, '84). Er blijft dus eenige onzekerheid in de correctie. Ik heb steeds de ge-

[1]) De opmerkingen van LEBRET over deze foutenbron op pag. 85 en 86 zijner dissertatie zijn niet geheel juist.

tallen gebruikt, die HENDERSON (Wied. Ann. 53 pag. 912, '94) opgeeft, maar tevens zooveel mogelijk zorg gedragen, dat S_0 klein was, en dus de geheele correctie niet te groot werd.

Volgens de aldus gewijzigde methode zijn een aantal ronde plaatjes onderzocht bij verschillende temperaturen en verschillende waarden van de magnetische kracht. Hierbij doet zich de vraag voor, of het geoorloofd is, uit deze waarnemingen op dezelfde wijze conclusies te trekken over gemiddelden HALL-stroom en dissymmetrie als bij vierkante plaatjes, en dus voor het potentiaalverschil aan de secundaire electroden te stellen :

$$e = \left\{ H + \frac{1}{2} \sin 2\,\alpha\,(K_{11} - K_{22}) \right\} \frac{I}{d}$$

(Zie Dissertatie van LEBRET pag. 108).

Practisch zijn daartegen wel eenige bezwaren aan te voeren.

Vooreerst zijn bij gelijke waarden van magnetische kracht, temperatuur, stroomsterkte (I) en dikte van het plaatje (d), de secundaire stroomen bij de ronde plaatjes aanmerkelijk kleiner dan bij de vierkante.

Verder is met die formule moeilijk overeen te brengen een waargenomen verandering van den gemiddelden HALL-stroom bij draaien van ronde plaatjes om de as van den magneet.

Reeds bij de proeven ter bepaling van de symmetrie-assen op plaatje N°. 1 was het mij opgevallen, dat voor den gemiddelden HALL-stroom steeds grooter bedragen werden gevonden, wanneer de secundaire electroden zich aan de uiteinden van een symmetrie-as bevonden. Later zijn de plaatjes N°. 2 en 3 onderzocht in 8 standen, telkens 45° verder gedraaid, en daarbij werd steeds hetzelfde opgemerkt.

Rond plaatje N°. 2 M[1]) = 8600

Stand.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
S[2])	9,89;	11,30;	10,12;	12,39;	11,16[5];	12,96;	11,35;	11,36.

Gemiddelde van 1, 3, 5, 7 10,63

" " 2, 4, 6, 8 12,00

[1]) Magnetische kracht.

[2]) Gemiddelde secundaire stroom.

Rond plaatje N°. 3.

	Stand.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
$M = 8500$	S	40,88;	50,70;	40,40;	44,55;	36,10;	47,27;	37,97[5];	51,40.
$M = 5450$	S	28,80;	33,93;	25,74;	31,23;	25,83;	33,12;	29,34 ;	35,82.

	8500	5450
Gemiddelde van 1, 3, 5, 7	38,84	27,43
„ „ 2, 4, 6, 8	48,48	33,52[5]

In standen, gelegen tusschen twee opvolgende uit deze reeksen, werden steeds getallen gevonden, tusschen de bijbehoorende waarden gelegen.

Bij de bepalingen van de laatste reeks was er een extra-weerstand van 10 Ohm in de secundaire geleiding, zoodat mogelijke weerstandsveranderingen in die geleiding geen grooten invloed konden uitoefenen.

De waarnemingen kunnen tamelijk juist door een empirische formule met een $A \cos n\pi$ en een $B \cos (n \frac{\pi}{4} - \varphi)$ worden voorgesteld ($n = 1, 2 \ldots\ldots 8$). Daar aan dergelijke termen nog geen theoretische beteekenis kan worden gehecht, werd het niet noodig geacht, de berekende waarden te vermelden. De amplituden waren :

N°. 2	$A = 0{,}73$	$B = 0{,}84$
N°. 3	$A = 4{,}6$	$B = 2{,}96$ [1]).

Om over deze zaak meer zekerheid te verkrijgen, zou men bijv., na bepaling der symmetrie-assen, uit een zelfde rond plaatje twee verschillend gelegen vierkante plaatjes moeten vervaardigen; in 't algemeen zal het verder wenschelijk zijn, de onderzoekingen met vierkante plaatjes te herhalen.

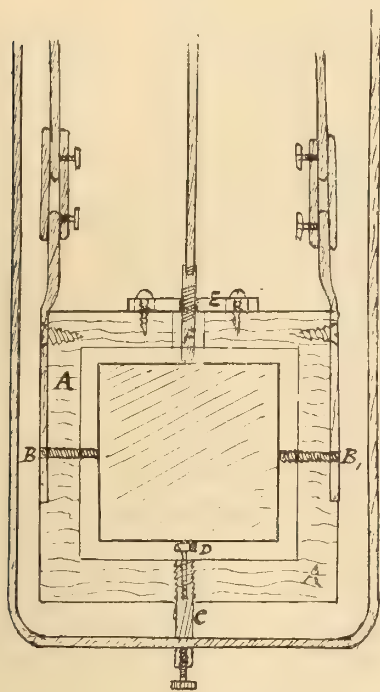
Voorloopig echter ben ik mij blijven bedienen van bovenstaande formule.

De bevestiging van de electroden op het plaatje geschiedt met behulp van een drager die, na verschillende wijzigingen, thans als volgt is ingericht:

Aan de zijkanten van een houten raampje A zijn koperen reepen aangebracht, die van boven met klemschroeven verbonden worden aan de draden van den hoofdstroom. In 't midden van de zijkanten

[1]) Verkregen uit een reeks, samengesteld uit de gemiddelden van die bij 8500 en die bij 5450, herleid tot een gemiddelde van 43.7.

gaan schroefjes B, B_1 door de koperen reepen en het hout, tusschen welke het vierkante of ronde plaatje geklemd wordt.



In 't midden van de onderzijde is een schroef C aangebracht, aan het ondereinde horizontaal doorboord om den dubbelen draad van de secundaire geleiding door te laten, die er met een schroefje in vastgeklemd wordt, aan het boveneinde voorzien van een verticale uitboring, waarin het schroefje D zich beweegt, dat als onderste secundaire electrode dient. Aan de bovenzijde eindelijk is met twee houtschroefjes het plaatje E bevestigd, dat, met de tweede secundaire electrode F, eenige millimeters in horizontale richting kan verschoven worden, zoodat men een stand kan opzoeken, waar S_0 zoo klein mogelijk is.

Deze inrichting is vooral gemakkelijk bij het onderzoeken van ronde plaatjes in verschillende standen ten opzichte van de primaire of secundaire electroden. Wanneer de verschillende schroeven goed aangedrukt zijn, is de weerstand, gemeten van de einden der primaire of secundaire verbindingsdraden, steeds kleiner dan 0,05 Ohm.

Natuurkunde. — De Heer Kamerlingh Onnes biedt namens den Heer E. van Everdingen jr. Phil. Docts., eene mededeeling aan: „*Metingen over de dissymmetrie van het verschijnsel van* Hall *in bismuth, en over het gemiddeld verschijnsel van* Hall *in bismuth en antimonium*", verricht in het natuurkundig Laboratorium te Leiden.

1. In de eerste plaats werd onderzocht of er verband bestond tusschen de dissymmetrie en de weerstandstoename in het magnetische veld. (Zie Lebret, Dissertatie pg. 92.)

De bepaling van de magnetische kracht geschiedde met een proefplaatje van Rowland, geheel volgens de methode beschreven door Lebret in Hoofdstuk III § 1, pg. 26. zijner dissertatie. De waarden op deze wijze bij een vijftal verschillende stroomsterkten gevonden, werden in een grafische voorstelling vereenigd, met behulp waarvan

later uit de stroomsterkte de magnetische kracht werd geïnterpoleerd. De poolsafstand werd, op een enkele maal na, onveranderd = 13 mM. gelaten.

Bij een poolsafstand van 16,5 mM. en een stroom van 9 ampères vond ik inplaats van 3000 cgs, 6000 cgs voor de magnetische kracht. (Berekent men met deze waarde uit de proeven van LEBRET de constante R van HALL, dan vindt men voor bismuth I en II inplaats van 7 en 13 (zie LEBRET pg. 102) respectievelijk 3,5 en 6,5. In een veld van 6000 cgs vonden VON ETTINGSHAUSEN en NERNST voor zuiver bismuth $R = 7.3$ (Wied. Ann. 33 pag. 474).)

In de volgende tabellen verstaan we onder:

M: de magnetische kracht in cgs eenheden.

S_A: de HALL-stroom bij magnetisatie-richting A.

S_B: „ „ „ „ „ „ B.

S: „ gemiddelde HALL-stroom.

D: het verschil van S_A en S_B.

S_o: de secundaire stroom in een magneetveld 0.

$S_{o(c)}$: dezelfde, gecorrigeerd voor de weerstandstoename door magnetisatie.

De getallen voor de secundaire stroomen worden verkregen door de compensatieweerstanden op 1000 te deelen.

De bijvoeging van S_o geschiedt om een oordeel over de nauwkeurigheid der uitkomsten voor de dissymmetrie mogelijk te maken.

Rond plaatje N°. 1.

Dit is hetzelfde plaatje, dat gediend heeft voor het onderzoek van LEBRET, beschreven in Hoofdstuk VIII § 5 en 6.

M	S_A	S_B	S	D	S_o	$S_{o(c)}$	Q
1350	3,44	3,94	3,69	0,50	0,66[5]	0,68	0,17
2700	5,78	7,34	6,56	1,56	0,66	0,71	0,21
5050	6,94	10,66	8,80	3,72	0,38	0,45	0,20
6800	6,69	12,23	9,46	5,54	0,35	0,45	0,19
8600	6,22	13,75	9,98[5]	7,53	0,34[5]	0,48	0,19

S_o had dezelfde richting als S_A.

De laatste kolom bevat de quotienten van D en de getallen, die volgens HENDERSON de weerstandstoename in pCt. uitdrukken.

Volgens de theorie, door LEBRET opgesteld in Hoofdstuk X § 2 is in den stand van maximum dissymmetrie:

$$e_A = \left\{ H + \frac{1}{2}(K_{11} - K_{22}) \right\} \frac{I}{d}$$

$$e_B = \left\{ - H + \frac{1}{2}(K_{11} - K_{22}) \right\} \frac{I}{d} \text{ of}$$

$$= \left\{ H - \frac{1}{2}(K_{11} - K_{22}) \right\} \frac{I}{d}$$

als men hier een potentiaalverschil in andere richting positief rekent, dus

$$e_A - e_B = (K_{11} - K_{22}) \frac{I}{d} \qquad e_A + e_B = 2\, H \frac{I}{d}$$

D is dus evenredig aan $K_{11} - K_{22}$.

Bij vierkante plaatjes zouden we uit bovenstaande gegevens $K_{11} - K_{22}$ in absolute maat kunnen bepalen, waarbij $\frac{e}{I}$ zou moeten worden berekend op de wijze als op pag. 102 van de dissertatie van LEBRET is aangegeven.

Bij ronde plaatjes gaat het niet aan, te rekenen alsof de stroom overal in de richting van de verbindingslijn der primaire electroden loopt. Om toch een denkbeeld van de grootte van K_{11} en K_{22} te krijgen, zullen we uit de proeven de verhouding van $(K_{11} - K_{22})$ tot H afleiden in de onderstelling, dat de HALL-stroomen tenminste evenredig blijven aan de uitdrukkingen

$$\left\{ H + \frac{1}{2}(K_{11} - K_{22}) \right\} \frac{I}{d}$$

$$\text{en } \left\{ H - \frac{1}{2}(K_{11} - K_{22}) \right\} \frac{I}{d}$$

Vervolgens stellen we $H = RM$, daarbij rekening houdende met de verandering van R met de magnetisatie. Uit het bovenstaande volgt onmiddellijk

$$\frac{K_{11} - K_{22}}{H} = 2 \frac{S_A - S_B}{S_A + S_B} = \frac{D}{S}$$

Bij magnetische kracht 8600 vinden we $\frac{D}{S} = 0{,}754$.

In een veld van 6000 is, voor bismuth I, $R=3,5$, dus $RM=21000$. Voor S vinden we hier door interpolatie 9,20.

RM is evenredig aan S, we vinden dus in het veld van 8600

$$H = RM = 21000 \times \frac{9,98^5}{9,20} = 22792.$$

dus

$$K_{11} - K_{22} = 0,754 \times 22792 = 17185.$$

De weerstand van bismuth, die misschien het best wordt voorgesteld door $\frac{K_{11} + K_{22}}{2}$, is bij 20° buiten het magneetveld $1,36 \,.\, 10^5$ in cgs eenheden, in een veld van 8600 cgs $1.88 \,.\, 10^5$.

We zouden hier dus vinden:

$$K_{11} = \pm\, 1,97 \,.\, 10^5 \qquad K_{22} = \pm\, 1,79 \,.\, 10^5.$$

Deze waarnemingen bevestigen dus de resultaten van LEBRET en wijzen er op, dat in dit plaatje de dissymmetrie werkelijk op dezelfde wijze met de magnetische kracht verandert als de weerstandstoename van bismuth.

Verband van de dissymmetrie van het verschijnsel van HALL *in bismuth met den toestand van kristallisatie.*

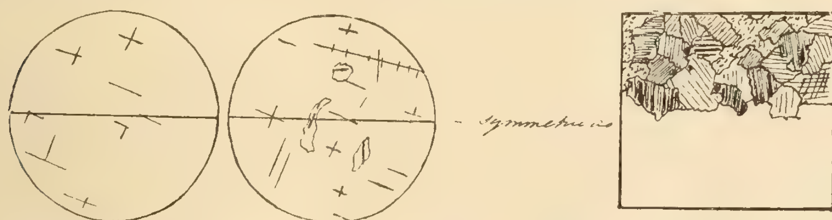
2. Reeds door LEBRET is opgemerkt, dat de dissymmetrie in verband gebracht kan worden met de splijtingsvlakken die in de plaatjes werden waargenomen, en zijn pogingen aangewend, een groot bismuthkristal of regelmatig aaneengegroeide kristallen van handelaren in mineralen te verkrijgen. Deze pogingen werden door mij voortgezet, maar niet met goeden uitslag bekroond [1]). In afwachting daarvan heb ik getracht, zelf plaatjes te vervaardigen, waarin de kristallen regelmatiger naast elkaar zouden liggen, om aldus eenigszins tot het gewenschte doel te naderen. Dit gelukte het best bij het ronde plaatje N^0. 2, waarin een zeer sterke dissymmetrie werd waargenomen.

Dit plaatje is vervaardigd uit een grooter rond bismuthplaatje, gegoten van bismuth I in een vooraf tot ± 300° verwarmden glazen vorm, die in een zandbad geplaatst was en na het gieten ge-

---

[1]) Op daarna tot het Königliche Blaufarbenwerk Oberschlema gericht verzoek heeft dit de groote vriendelijkheid gehad, mij zeer fraaie exemplaren van aaneengegroeide kristallen toe te zenden, welke juist bij het afdrukken van deze mededeeling ontvangen werden, en de hoop geven, dat er een geschikt plaatje uit vervaardigd kan worden.

heel door even warm zand bedekt werd, zoodat de afkoeling uiterst langzaam plaats had. Ter vergelijking van de regelmaat in de ligging der kristallen werden dit en een vierkant plaatje gladgeslepen, en een oogenblik in verdund salpeterzuur verwarmd; het ronde vertoonde zich toen, op drie kleine plekjes na, geheel gelijk van uiterlijk, terwijl op het vierkante plaatje, waarin nagenoeg geen dissymmetrie gevonden was, na de behandeling een honderdtal onregelmatig gevormde en zeer verschillend getinte velden te zien waren. Het ronde plaatje vertoonde onder het microscoop op allerlei plaatsen paralelle strepen in twee nagenoeg onderling loodrechte richtingen, over het geheele plaatje en aan voor- en achterkant dezelfde, welke richtingen niet geheel samenvielen met de symmetrie-assen, die er later op werden gevonden. (Zie de teekeningen).



Met het ronde plaatje werd nu in een stand van de secundaire electroden, dicht bij een der richtingen van grootste dissymmetrie, gevonden:

M	S_A	S_B	S	D	S_o	$S_{o(c)}$	Q
1200	1,79	1,66	$1,72^5$	0,13	1,47	1,51	0,05
5400	9,29	3,67	6,48	5,62	1,44	1,74	0,27
7400	15,39	2,87	9,13	12,52	1,28	1,71	0,38
±13700	29,53	—8,39	10,57	37,92	1,10	1,92	0,52

S_o had weer dezelfde richting als S_A.

Het — teeken bij S_B in de laatste rij duidt aan, dat hier de richting van den Hall-stroom *niet* met de magnetisatie van teeken wisselde.

In den stand van maximum dissymmetrie werd gevonden:

8600 21,14 —1,36 9,89 22,50 2,15 3,01

Zooals uit de laatste kolom blijkt, stijgt hier de dissymmetrie veel sterker met de magnetisatie dan de weerstandstoename.

De laatste waarneming geeft $\frac{D}{S} = 2,27$.

Nemen we voor H ook hier 22792, dan wordt $K_{11} - K_{22} = 51737$. Met $\frac{K_{11} + K_{22}}{2} = 1,88 \,.\, 10^5$ geeft dit

$$K_{11} = 2,14 \,.\, 10^5 \qquad K_{22} = 1,61 \,.\, 10^5.$$

In de onderstelling dat de getallen voor het veld van 13700 golden voor den stand van maximum dissymmetrie vinden we

$$\frac{D}{S} = 3,59$$

$$H = 22792 \times \frac{10,57}{9,89} = 24359 \qquad K_{11} - K_{22} = 0,874 \,.\, 10^5$$

$$\frac{K_{11} + K_{22}}{2} = 2,35 \,.\, 10^5 \text{ dus}$$

$$K_{11} = 2,79 \,.\, 10^5 \qquad K_{22} = 1,91 \,.\, 10^5.$$

Verscheidene plaatjes zijn nog naar dezelfde methode vervaardigd van bismuth, dat als „purissimum'' van Merck betrokken is. Geen van deze was zoo regelmatig gevormd als het zoo juist besproken plaatje, en er werd dan ook in sommige bijna geen, in andere slechts een matige dissymmetrie gevonden. Uit deze proeven kan dus met zekerheid worden afgeleid, dat de dissymmetrie in verband staat met den kristallografischen toestand.

Verandering van de dissymmetrie van het verschijnsel van Hall *in bismuth met de temperatuur.*

3. Rond plaatje N°. 1.

Uit alle waarnemingen blijkt, dat de dissymmetrie sterk afneemt bij verhooging van temperatuur, sterker dan het Hall-effect zelf. De meest vertrouwbare (groote dissymmetrie en kleine S_o) geven voor een magneetveld van 8600:

		D		D		D
	17°	6,44	12°	8,31	16°	3,90
	100°	2,92	100°	3,31	100°	1,88
Waaruit volgt $\frac{D_{20}}{D_{100}} =$		2,13		2,29		1,98

Rond plaatje N°. 2.

$M = 5500$ (Q heeft dezelfde beteekenis als vroeger).

T	D	Q
16°	10,59	0,49
± 63°	4,86	0,46
100°	2,87	0,48

$$\frac{D_{20}}{D_{100}} = 3,52$$

Rond plaatje N⁰. 3.

$M = 7400$	T	D	Q	
	17°	8,88	0,27	$\frac{D_{20}}{D_{100}} = 3,01$
	100°	2,84	0,31	

Met plaatje N⁰. 2 is ook een reeks waarnemingen gedaan in een veld van 6000 cgs tusschen — 70° en + 20°. Daar de weerstandstoename door magnetisatie bij temperaturen onder 0° niet bekend is, werd S_o zoo klein mogelijk gemaakt en geconstateerd, dat deze stroom steeds klein bleef. Om fouten door mogelijke kleine veranderingen van den weerstand der secundaire geleiding van minder gewicht te maken, werd in die geleiding nog 3 Ohm opgenomen, terwijl de gewone weerstand ± 1 Ohm bedraagt.

Het aanbrengen van een correctie voor weerstandstoename aan S_o zou tengevolge hebben, dat grooter waarden voor de dissymmetrie werden verkregen. Hier volgen eenige door interpolatie verkregen getallen.

M	T	S_A	S_B	S	D
6000	— 70°	— 3,60	8,50	2,45	12,10
"	— 50°	— 1,94	8,06	3,06	10,00
"	— 30°	— 0,47	6,97	3,25	7,44
"	— 10°	+ 0,73⁵	5,67	3,20	4,93⁵
"	+ 17°	+ 1,59	4,69	3,14	3,10

Bij de lagere temperaturen zijn dus weer beide HALL-stroomen in dezelfde richting. S_o was ongeveer 0,2.

$\frac{D}{S}$ is bij — 70° bijna = 5.

H is daar $21000 \times \frac{2,45}{3,14} = 16380$, dus $K_{11} - K_{22} = 0,819.10^5$

Buiten het magnetisch veld is de weerstand $\frac{K_{11} + K_{22}}{2}$ bij — 70° $1,22.10^5$.

Schatten we de weerstandsvermeerdering in een veld van 6000 cgs bij — 70° op 50 pCt. (bij 100° is het 7 pCt., bij 16° 24 pCt.) dan wordt $\frac{K_{11} + K_{22}}{2} = 1,83 \times 10^5$ en we zouden vinden:

$$K_{11} = 2,24.10^5 \qquad K_{22} = 1,42.10^5.$$

Bij de plaatjes N⁰. 2 en 3 blijft, zooals men uit het bovenstaande

ziet, tusschen 16° en 100° de evenredigheid van dissymmetrie en weerstandstoename vrij goed bewaard.

Om de verandering van de dissymmetrie met de temperatuur in plaatje N°. 2 nog duidelijker te doen uitkomen, vermenigvuldigen we de getallen der laatste reeks met 4, om den grooteren weerstand der secundaire geleiding in rekening te brengen, en herleiden de getallen 10,59 en 2,87 in een veld van 5500, tot 12,40 en 3,36 in een veld van 6000. We vinden dan voor een zelfde magneetveld van 6000

T	100°	16°	— 70°
D	3,36	12,40	48,40.

Verandering van den gemiddelden HALL*-stroom in bismuth met de temperatuur bij verschillende waarden van de magnetische kracht.*

4. Bij de waarnemingen over verandering van de dissymmetrie met de temperatuur in plaatje N°. 1 werd tevens opgemerkt, dat tusschen de daarbij voorkomende temperatuurgrenzen (10° en 100°) de gemiddelde HALL-stroom niet merkbaar afnam bij verwarming. Dit scheen in strijd met de resultaten van LEBRET, die voor $\frac{S_{100}}{S_{20}}$ vond 0,668 bij bismuth I en 0,656 bij bismuth II, telkens bij vierkante plaatjes; het ronde bezigde hij alleen voor de dissymmetrie-waarnemingen.

De genoemde waarnemingen waren verricht in een veld van 8600.

Latere waarnemingen in een veld van 5500 gaven echter *wel* daling van gemiddelden HALL-stroom bij verhooging van temperatuur.

Ik heb daarop onderzocht of de sterkte van het magneetveld ook van invloed was op den temperatuurcoëfficient van het HALL-effect en de volgende resultaten verkregen.

Rond plaatje N°. 1.		N°. 2.		N°. 3.	
M	$\frac{S_{100}}{S_{20}}$	M	$\frac{S_{100}}{S_{20}}$	M	$\frac{S_{100}}{S_{20}}$
7600	0,893	8600	0,728	7600	0,706
5500	0,783	5500	0,680	4800	0,700
500	0,658	1400	0,582	1400	0,575

Deze getallen zijn uit slechts enkele waarnemingen berekend,

zoodat de nauwkeurigheid niet groot is. Indien het geoorloofd is, uit waarnemingen met ronde plaatjes gevolgtrekkingen te maken op dezelfde wijze als bij vierkante plaatjes, blijkt er duidelijk uit dat de relatieve *toename* van het HALL-effect bij *verlaging* van temperatuur *grooter* wordt, naarmate het magneetveld *zwakker* is. Men kan dit ook aldus uitdrukken: Bij hoogere temperaturen neemt de HALL-stroom *sterker toe* met de magnetisatie dan bij lagere temperaturen.

Bijna hetzelfde ziet men bij de geleidbaarheid van bismuth: De *toename* van de geleidbaarheid bij *verlaging* van temperatuur wordt *grooter*, naarmate het magneetveld *zwakker* is.

Bij hoogere temperaturen neemt de geleidbaarheid *minder af* met de magnetisatie dan bij lagere temperaturen.

In de velden van 7600 en 1400 is de verhouding $\frac{r_{100}}{r_{20}}$ (r = weerstand) respectievelijk 1.10 en 1.34.

Interpoleert men uit bovenstaande tabellen de waarden in de velden van 7600 en 1400 voor de drie plaatjes, en vermenigvuldigt de verkregen getallen met 1.10 en 1.34, dan vindt men

M	N°. 1	N°. 2	N°. 3
	$\frac{S_{100}}{S_{20}}$	$\times$	$\frac{r_{100}}{r_{20}}$
7600	0,982	0,781	0,777
1400	0,904	0,780	0,770

Uit de waarnemingen van HENDERSON blijkt, dat in sterke magneetvelden de geleidbaarheid van bismuth tusschen 0 en 100° een maximum heeft, welk maximum zich bij zwakker wordende velden naar lagere temperatuur verschuift. Waarschijnlijk zal er dus ook in een veld van 6000 cgs. een maximum geleidbaarheid zijn, maar bij temperaturen *onder* 0°. Ook hierin openbaart zich dan de overeenkomst met het HALL-effect, dat eveneens bij lage temperaturen een maximum bereikt [1]).

Een verandering van den temperatuurcoëfficient van den gemid-

[1]) Door LEBRET werd dit maximum alleen bij bismuth II bereikt. Mijne waarneming bij lage temperatuur geeft echter voor bismuth I een maximum ongeveer bij — 30°.

delden HALL-stroom door veranderde magnetisatie is ook door CLOUGH en HALL bij nikkel waargenomen (zie Dissertatie LEBRET pg. 35, 36).

Wanneer ook bij vierkante plaatjes deze verandering wordt teruggevonden, zal het misschien mogelijk zijn, een verband tusschen de geleidbaarheid en de verandering van het verschijnsel van HALL bij bismuth vast te stellen[1]). Op deze en andere vragen hoop ik later terug te komen.

Voorloopige mededeeling over het verschijnsel van HALL *in Antimonium.*

5. De voorloopige resultaten van het onderzoek van een vierkant en een rond plaatje, gegoten op de manier ook voor bismuth gebezigd, maar bij een temperatuur van den vorm nog ver beneden het smeltpunt van Antimonium (± 450°) zijn:

Coëfficient van HALL $R = 0{,}22$ in een veld van 5450.

Dissymmetrie te klein om stellig geconstateerd te worden.

Afname van R van 13° tot 200° in reden van 1 tot 0,66.

Waarnemingen gedurende of kort na een afkoeling geven steeds een te laag bedrag van R. Hetzelfde deed zich in zeer sterke mate voor bij de proeven van DRUDE en NERNST (zie Dissertatie LEBRET pag. 39).

De geringe dissymmetrie kan een gevolg zijn van de structuur der onderzochte plaatjes, die nog vrij onregelmatig was, kan echter ook in verband staan met een zeer geringe waarde van K_{11}—K_{22}. Voor de geheele weerstandstoename werd door VON ETTINGSHAUSEN in een veld van 10600 slechts 1,1 pCt. en door LENARD in een veld van 6600 1,2 pCt. gevonden.

— Voor de boekerij worden aangeboden, door den Heer SCHOUTE, uit naam van den Heer HOLLEMAN, diens Leerboek der organische Chemie; door den Heer STOKVIS, eene brochure van hemzelven: „La Colonisation et l'Hygiène tropicale", en, uit naam van den Heer K. PRINS, diens dissertatie „over terpentijn als bloedstelpend geneesmiddel"; door den Heer MARTIN, uit naam van den Heer SCHROEDER VAN DER KOLK: „Mikroskopische Studien ueber Gesteine aus den Molukken".

— De vergadering wordt gesloten.

---

[1]) Een latere waarneming met het in 2 besproken vierkante plaatje heeft gegeven voor $\frac{S_{100}}{S_{20}}$ in velden van 950, 1500 en 4600 respectievelijk 0,528, 0,578 en 0,654.

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN.

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE

op Zaterdag 27 Juni 1896.

Voorzitter: de Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.
Secretaris: de Heer C. A. J. A. OUDEMANS.

Het Proces-Verbaal der vorige zitting wordt gelezen en goedgekeurd.

Ingekomen zijn:

1°. Een brief van Z. E. den Minister van Binnenlandsche Zaken (21 Mei 1896), welks inhoud reeds in de vorige vergadering ter kennis der Leden gebracht werd en betrekking had op een te Clermont Ferrand te houden Congres. De Voorzitter herhaalt de vraag of één der aanwezigen geneigd zou zijn, buiten bezwaar van 's Lands schatkist, als Regeerings-vertegenwoordiger zich daarheen te begeven.

Daar op deze vraag geen antwoord wordt vernomen, besluit de

vergadering, aan den Minister te antwoorden: dat de pogingen om aan Z. Excells. verlangen te voldoen, met geen gunstigen uitslag bekroond zijn geworden.

2°. Een brief van Z. E. den Minister van Binnenlandsche Zaken (18 Juni 1896), ter begeleiding van een program met adhaesiebiljet van het 2e Scheikundig Congres, dat van 24 Juli tot 5 Augustus te Parijs gehouden zal worden.

3°. Een brief van het Bestuur van het 2e te Parijs tusschen 24 Juli en 5 Augustus te houden Congrès international de Chimie appliquée, ter begeleiding van een program met adhaesiebiljet, op dat Congres betrekkelijk. Het Bestuur spreekt den wensch uit dat de Afdeeling zich aldaar door een afgevaardigde doe vertegenwoordigen.

Daar op dit oogenblik niemand der aanwezigen zich voor dergelijke missie bereid verklaart, zal de brief op de gebruikelijke wijze beantwoord worden.

4°. Een brief van den Heer A. KOWALEVSKY te St. Petersburg, waarin hij dank zegt voor zijne benoeming tot Buitenlandsch Lid der Afdeeling.

Scheikunde. — De Heer VAN BEMMELEN deelt *„de uitkomst mede van een onderzoek naar het fluorgehalte van fossiele beenderen uit de pliocene formatie op Midden-Java".*

CARNOT heeft vóór drie jaren eenige bepalingen van het fluorgehalte van fossiele beenderen gepubliceerd, uit welke hij afleidt dat deze een grooter fluorgehalte bevatten, naarmate zij ouder zijn. Door den tijd is dus fluor in dezelve opgehoopt, zoodat het gevonden fluorgehalte zelfs zou kunnen leeren of fossiele beenderen uit oudere dan wel uit jongere formatiën afkomstig zijn.

Aangezien 1° niet alleen fluoruur, maar ook koolzure kalk, ijzer- en mangaanoxydule, in fossiele beenderen opgenomen zijn, en de organische stof grootendeels, maar toch niet geheel vergaan is, 2° de phosphorzure kalk de stof is, die een bijzondere bindingskracht op het fluoruur der omgeving uitoefent, zoo heeft CARNOT terecht het fluorgehalte op het phosphorzuur der beenasch berekend.

Uitgaande van apatiet, dat 42.26% phosphorzuur (P_2O_5) en 2.77% fluor bevat, is de verhouding $\frac{3.77}{42.26} = 0.0892$. Stellende deze gelijk *de eenheid*, zoo vond CARNOT voor de verhouding van P_2O_5 tot Fl. (in die eenheid uitgedrukt) in fossiele beenderen uit:

Silurische- Kool- Trias Jura, Krijt-formatie.			1.07—0.9
Eoceen	$\frac{1.90}{30.24}$	: 0.0892	= 0.70
Oligoceen	$\frac{2.05}{36.81}$	„	„ 0.63
Mioceen	$\frac{1.95}{33.34}$	„	„ 0.65
Plioceen	$\frac{1.83}{35.20}$	„	„ 0.58
Quaternair.	$\frac{1.06}{33.83}$	„	„ 0.35
Niet fossiel	$\frac{0.205}{40.28}$	„	„ 0.07

Het fluorgehalte, op het phosphaat berekend, is in de oudere formatiën gestegen tot het twintigvoudige, en ongeveer aan dat van den apatiet gelijk geworden.

De quaternaire en tertiaire formatiën vertoonen eene voortgaande opname van fluor.

Het laat zich verwachten, dat deze verhouding geen streng bepaald getal is, en ook niet zijn kan; immers, de tijd is hier geenszins de eenige veranderlijke, die op het verschijnsel invloed heeft. Het fluorgehalte moet ook in zekere mate afhankelijk zijn van den aard der terreinen waarin de beenderen liggen, en de stofwisseling waaraan zij blootgesteld zijn. Deze bepalen den aanvoer van fluoruur.

Carnot haalt reeds een geval aan, waarin de fluorbepaling van belang was voor de ouderdomsbepaling van fossiele beenderen. In de Sablières van Billancourt bij Parijs waren overblijfselen van quaternaire dieren gevonden, en in de buurt eene menschelijke tibia. De geologen waren het met elkander oneens over de vraag of deze tibia uit denzelfden tijd afkomstig was als de dierenbeenderen; Emile Rivière hield haar voor veel jonger. De fluorbepaling gaf de volgende cijfers: 0.46 in de lange beenderen der dieren, 0.066 in de menschentibia, hetgeen alzoo voor Rivière's meening pleitte.

Het scheen daarom niet onbelangrijk om het fluorgehalte van fossiele beenderen te bepalen, die in dezelfde laag voorkwamen, waarin Dr. Eug. Dubois de overblijfselen van den Pithecanthropus erectus (Dubois) gevonden heeft.

Ik ontving daartoe van Dr. Dubois stukken van de tibia van

eenen olifant (waarschijnlijk Stegodon), volgens zijne beschrijving afkomstig uit eene tot zachten zandsteen verharde vulkanische tuf. Deze tuf is naar geologische en palaeontologische kenmerken van jong-pliocenen ouderdom. De lagen maken deel uit van die, welke den heuvelketen van Kending aan den noordelijken grens der residentie Madioen bedekken, en welke de overblijfselen bevat der fauna, die den Pithecanthropus erectus vergezelt. De tibia is van dezelfde vindplaats en nauwkeurig uit dezelfde laag als laatstgenoemde afkomstig. In de omgeving der vindplaats komen behalve bovenvermelde tuffen (zand, konglomeraten, kleisteenen) andesiet-brecciën, mergels en kalksteenen voor. De laatste liggen gedeeltelijk hooger, gedeeltelijk in denzelfden horizont

Uit al deze lagen kan het fluor aangevoerd zijn, hetwelk de fossiele beenderen hebben opgenomen.

De beenstukken zijn sterk omkorst met kristallijne koolzure kalk; ook de inwendige holten, de spleten en spleetjes zijn daarmede opgevuld.

Met groote zorgvuldigheid werden stukken uitgezocht en afgebroken, die daarvan zooveel mogelijk vrij waren, dus nog voor 't grootste gedeelte uit beenzelfstandigheid bestonden. Zij zijn door eene lichtbruine kleur te onderscheiden. De fluorbepalingen [1]) werden met groote zorg door de Heeren Dr. A. SIMON THOMAS en Dr. E. A. KLOBBIE verricht, volgens de methode van CARNOT, nadat eerst door herhaalde analysen gestaafd was, dat met fluorcalcium, uit zuivere koolzure kalk en fluorwaterstofzuur bereid, goede uitkomsten verkregen werden [2]).

		Gevonden.			
	Gevonden.	I	II	III	IV
Calcium (als $CaSO_4$ gewogen)	51.28	51.36	51.36		
Fluor	48.72			48.42	48.37
	100.00				

[1]) Menging der stof met fijn kwartspoeder en verhitting met zwavelzuur. Het fluor ontwikkelt zich als $Si\,Fl_4$ en wordt opgevangen in eene oplossing van fluorkalium.

[2]) Het is bekend dat deugdelijke fluorbepalingen niet gemakkelijk zijn uit te voeren. Vele der vroeger gepubliceerde fluorbepalingen in beenderen of in mineralen moeten onnauwkeurig geacht worden.

Uit deze analysen van het eigenbereide fluorcalcium bleek 1°. dat dit fluorcalcium zuiver was, 2°. dat naar de methode CARNOT het fluorgehalte nauwkeurig kon bepaald worden.

Eene hoeveelheid van ± 40 gram (stof I) der verzamelde beenzelfstandigheid werd voor de volgende analysen gebruikt, en daarom eerst fijngewreven en gemengd, zoodat eene homogene massa werd verkregen.

De verassching geschiedde in een moffel van WIESNEGG; om uit te maken, of soms eenig fluor bij die temperatuur door de luchtzuurstof kon uitgedreven worden, werd een schaaltje met het vermelde fluorcalcium daarnevens gesteld. Het was niet in gewicht afgenomen.

Gevonden werd in de veraschte stof (telkens ongeveer 5 gram):

Analyse.	I	II	III	IV
Gloeiverlies	14.3 %	14.0 %	14.3 %	14.6 %
Fluorgehalte in de asch.	1.67 %	1.67 %	1.72 %	
Phosphorzuur in de asch.				35.43 %

Bij analyse I en II werd het fluorsiliciumgas opgevangen in eene 20% zuivere fluorkaliumoplossing, en als $Si\ Fl_4\ (K\ Fl)^2$ gewogen. In analyse III werd het opgevangen in eene kalioplossing van bekende sterkte, en deze in een zilveren schaal met een overmaat aan kali verhit, met zuringzuur zuur gemaakt, en met kali teruggetitreerd.

Het phosphorzuur bedraagt op de asch berekend 35.43%. De verhouding van P_2O_5 en Fl. op de boven gemelde eenheid berekend, bedraagt:

$$\frac{1.69}{35.43} : 0.0892 \ldots\ldots 0.53^5$$

Dit cijfer verschilt weinig van hetgeen door CARNOT *voor dezelfde formatie*, het Plioceen, is gevonden: . . . . . . 0.58.

De bovenvermelde beenzelfstandigheid bevat slechts weinig organische stof (beneden 2 pCt., terwijl versche beenderen ± 1/3 organische stof bevatten). Zij is dan ook bijna geheel in verdund zoutzuur oplosbaar. Zij heeft opgenomen water, eenige procenten koolzure kalk, eenig koolzuur mangaanoxydule en eenig koolzuur ijzeroxydule. Van chloruren en sulfaten bevat zij slechts sporen.

Eene tweede hoeveelheid beenzelfstandigheid (stof II) werd verzameld, die naar het uiterlijk aanzien minder vrij was van adertjes, waarin kristallijne koolzure kalk was afgezet, dan stof I. Zij bevatte dan ook zooveel $CaCO_3$, dat de hoeveelheid daarvan ongeveer het dubbele van het normale gehalte mag geacht worden; daarnevens ± 1½ pCt. $Mn\,CO_3$ en ± 1 pCt. $Fe\,CO_3$. Bovendien had in deze gedeelten van het been eene afzetting van 2,5 pCt. pyriet ($Fe\,S_2$) plaats gehad. De pyriet is het gewone reductieprodukt uit sulfaten en ijzeroxyde bij afsluiting van lucht. De beenderen bevonden zich dan ook in eene laag beneden den waterspiegel gelegen.

Eene meer uitvoerige opgave van de door Dr. KLOBBIE en mij verrichte analysen zal later volgen.

Scheikunde. — De Heer VAN BEMMELEN spreekt *„over den deelingscoëfficiënt bij de absorbtie van opgeloste stoffen door kolloïden"*.

Uit mijne in 1881 en 1888 gepubliceerde waarnemingen omtrent het absorbtievermogen van kolloïden of hydrogels — zooals van $Si\,O_2$, $Sn\,O_2$, $Mn\,O_2$ $Al_2\,O_3$, $Fe_2\,O_3$ enz. — voor zuren ($H_2\,SO_4$, HCl, HNO_3) en voor alkalizouten (van die drie zuren) in waterige oplossing, heb ik afgeleid, dat de deelingscoefficient [1]) geene konstante, maar van de koncentratie zelve afhankelijk is.

Hoe meer reeds geabsorbeerd is, hoe meer het absorbtievermogen afneemt.

Werden de koncentratiën van Kolloïd en van Oplossing (d. i. hun gehalte aan de geabsorbeerde en aan de opgeloste stof) graphisch voorgesteld, dan verkreeg ik eene kromme lijn wier kromming eerst toenam, en die ten slotte asymptotisch verliep. De absorbtie vond ik verder nog afhankelijk, 1^0 van den chemischen aard van het kolloïd, 2^0 van de physische modificatiën die het ondergaan heeft of ondergaat, 3^0 van de temperatuur. Is de absorbtie zwak, dan was de lijn in haar eerste verloop bij benadering eene rechte, zooals die voor de absorbtie van zuren en van alkalizouten door den hydrogel van kiezelzuur. Aangezien het kolloïd blijkbaar de geabsorbeerde stof tot in zijne kleinste deeltjes (molen) opneemt en toch met deze geene scheikundige verbinding naar eenvoudige molekuulverhouding vormt, zoo heb ik toenmaals de verbindingen tusschen kolloïd en geabsorbeerde stof met den naam Absorbtie-verbindingen bestempeld

[1]) De verhouding tusschen de koncentratie der in het kolloïd geabsorbeerde stof en de koncentratie der oplossing, welke met elkander evenwicht vormen.

— om het verschijnsel daardoor te onderscheiden van dat der gewone adhaesie (of adsorptie).

Nu heeft onlangs Dr. G. C. SCHMIDT te Erlangen uit zijne eigene waarnemingen omtrent de absorbtie van chloorkalium (in waterige oplossing) door kiezelzuur, en uit mijne vroegere waarnemingen over het absorbtievermogen van kiezelzuur voor zuren en alkalizouten afgeleid, dat bovengenoemde verhouding

$$K = \frac{\text{Koncentratie kolloïd}}{\text{Koncentratie waterige opl.}}$$

eene konstante zou zijn, en dat het verschijnsel dus tot het gebied van VAN 'T HOFF's „vaste oplossingen" zou behooren. Hij meent, dat men de verschijnselen der Absorbtie van die der Adsorbtie zou kunnen onderscheiden als volgt: Bij de absorbtie doordringt de geabsorbeerde stof de absorbeerende stof (in casu het kolloïd) zoodanig, dat de eerste aan de molekulen of molekuulkomplexen der tweede gebonden wordt, evenals wanneer een gas in eene vloeistof wordt opgelost. Zoolang de oplossing niet te sterk wordt, zou de wet van HENRY gelden, d. i. K is konstant bij verschillende koncentratiën — de graphische lijn heeft een rechtlijnig verloop. De Absorbtie zou dus eene vaste oplossing zijn.

Daarentegen bij de verschijnselen der Adsorbtie worden de stoffen door eene oppervlakte-werking aangetrokken en vastgehouden Zoo: wanneer poreuse stoffen (kool, metalen) gassen opnemen. Evenzoo ingeval kool andere stoffen (zooals iodium) uit oplossingen opneemt, of ingeval de weefsels kleurstoffen opnemen. K is dan niet konstant, tenzij zij tot eene hoogere macht verheven wordt. Dr. SCHMIDT bevestigde zulks door eenige reeksen proefnemingen [1]).

In het Journ. für physikalische Chemie heb ik tegen Dr. SCHMIDT's beschouwingen bedenkingen geopperd. Hij had voorbijgezien, dat slechts bij eene zwakke absorbtie, en bij verdunde oplossingen, K in mijne proefnemingen bij benadering konstant was.

Immers, bij de sterke absorbtiën die het kolloidale tinzuur of het gemodificeerde tinzuur (zoogenaamd metatinzuur), en die het roode kolloïd van $Mn\,O_2$ op zuren en zouten uitoefenen, is K zeer veranderlijk met de koncentratie. Ik had dit aangetoond in een uit-

[1]) Dierlijke en bloedkool met eene joodoplossing in alkohol en in benzol; kool met azijnzuur, met barnsteenzuur, met zuringzuur-oplossing. Cellulose met pikrinezuur. Zijde met eosin.

voorig onderzoek betreffende de absorbtie, 1e van zwavelzuur door metatinzuur, 2e van kaliumsulfaat door rood mangaandioxyd.

In eene daarop gevolgde schriftelijke gedachtenwisseling met Dr. SCHMIDT, waarvoor ik hem verplicht ben, wierp hij de vraag op, of het niet van belang zoude zijn om de absorbtieproeven te herhalen met stoffen, die, zoo als HCl en KCl, geheel of bijna geheel geïoniseerd zijn in hunne verdunde waterige oplossingen. Immers: als dit het geval niet is, dan ware het mogelijk dat de molekulen, die in het kolloïd geabsorbeerd zijn, meer geïoniseerd zijn dan de moleculen in de waterige oplossingen. Doch nu moet tusschen elke soort van molekulen, die in het kolloïd en in de oplossing aanwezig zijn, afzonderlijk evenwicht bestaan. Dus moet ook een afzonderlijke verdeelingsfactor gelden $\frac{C_{11}}{C_1} = K$, wanneer C_{11} en C_1 de koncentratiën van eenige molekuulsoort aanduiden, hetzij dubbelmolekulen, hetzij enkelmolekulen, hetzij ionen.

Het ware bijv. mogelijk dat bij zwavelzuur en bij kaliumsulfaat, voor niet al te sterke oplossingen, de in het kolloïd geabsorbeerde molekulen bijna allen geïoniseerd waren, hetgeen, zooals bekend, in waterige oplossing minder het geval is. De verdeelingscoëfficiënt tusschen de geïoniseerde molekulen zoude dan eene andere zijn als degene die berekend is geworden, en de konstantheid kunnen naderen.

Evenwel, bij die berekening, toegepast op mijne proevenreeks van de absorbtie van K_2SO_4 uit waterige oplossing door het roode kolloïd van MnO_2 [1]), kwam geene konstante voor den dag. Bovendien bestaat geenerlei bewijs om aan te nemen, dat het zout K_2SO_4, of het zuur H_2SO_4, in het kolloïd meer geïoniseerd zoude zijn dan in de oplossing. Ook van eene verdeeling van de ionen tusschen twee vloeistoffen zijn tot nog toe geene waarnemingen bekend.

Het scheen mij intusschen toch wenschelijk om nog eenige absorbtiebepalingen te verrichten met stoffen die, zooals HCl en KCl, in verdunde oplossingen grootendeels geïoniseerd zijn. Als absorbeerende stof werd weder hetzelfde metatinzuur gebezigd, dat in 1881 gediend had voor mijne bepalingen van de absorbtie van zwavelzuur.

Dit metatinzuur heeft tot samenstelling:

aan de lucht bij 15°	SnO_2 2,09	H_2O
in verzadigden waterdamp bij 15° .	SnO_2 2,2	H_2O
in 't dampledige bij 15°	SnO_2 0,8	H_2O

---

[1]) Van de ionisatie van K_2SO_4 in waterige oplossing bij verschillende koncentratie bestaat eene waarnemingsreeks van Iones.

Dr. KLOBBIE heeft op mijn verzoek met veel zorg twee proevenreeksen uitgevoerd, waarvoor ik hem mijnen dank betuig.

De oplossingen werden geschud gedurende 3—5 uren; uit herhaalde proefnemingen bleek het, dat binnen 3 uren standvastig evenwicht verkregen was. Alles werd gewogen, zoodat ook de titratie der slapste oplossingen zeer nauwkeurig mag geacht worden.

Sterkere oplossingen werden niet genomen, aangezien dan te veel metatinzuur in oplossing kwam.

In kolom I is opgegeven hoeveel milligrammolekulen door 1 grammolek. water in het metatinzuur is geabsorbeerd ($C_{\prime\prime}$). In kolom III hoeveel milligrammolek. door 1 grammolek. water der oplossing in oplossing is gehouden (C_1).

Men bedenke daarbij dat de hoeveelheid water, in het metatinzuur aanwezig, als het met de oplossing in evenwicht is gekomen, eenigermate onzeker is. Hoeveel water trekt het nog uit het vloeibare water aan? met andere woorden hoe groot is het wateromhulsel van elke micel? Kan het misschien in zeer sterke oplossingen daaraan water afgeven? Omdat dit onbekend is, heb ik mij gedwongen gezien om de cijfers van de eerste kolom te berekenen op het watergehalte van het metatinzuur in verzadigden waterdamp bij $\pm 18^0 = 2.2$ mol. De waarden van K, als deelingscoefficient, hebben dus slechts eene betrekkelijke waarde.

In kolom III is de geabsorbeerde hoeveelheid berekend op 1 grammol. van het metatinzuur met zijn watergehalte ($C'_{\prime\prime}$).

De 4e en 5e kolom bevatten de waarden van K met $C_{\prime\prime}$ en met $C'_{\prime\prime}$ berekend.

De uitkomsten waren :

Zoutzuur.

TEMPERATUUR 14—20°.

$C_{\prime\prime}$	$C'_{\prime\prime}$	$C_{\prime}$		
Gehalte zoutzuur in 1 Grammol. water van het Metatinzuur.	Gehalte zoutzuur in 1 Grammol. Metatinzuur.	Gehalte zoutzuur in 1 Grammol. der oplossing.	$K = \frac{C_{\prime\prime}}{C_{\prime}}$	$K = \frac{C'_{\prime\prime}}{C_{\prime}}$
Milligr. Molek.	Milligr. Molek.	Milligr. Molek.		
4.9	10 7	0.07	70	153
14.0	30.9	0.28	50	110
30.7	67.6	0.82	37^{3}	82
29.3	64.4	1.01	29	63^{7}
47.3	104.0	2.46	19^{1}	42
47.2	103.9	2.47	19^{1}	42
66.3	145.8	5.13	12^{7}	28
67	147.0	5.22	12^{9}	28^{4}
74.9	164.7	7.17	10^{5}	23
82.6	181 8	9.92	8^{3}	18^{3}
107.9	237.2	28.37	3^{8}	8^{4}
194	426	61.9	2^{8}	6^{2}

De waarden van K nemen voor het zoutzuur sterk af met de koncentratie. Dezelfde uitkomst is verkregen als vroeger voor het zwavelzuur.

CHLOORKALIUM.

TEMPERATUUR ± 20°.

$C_{\prime\prime}$	$C'_{\prime\prime}$	$C_{\prime}$		
Gehalte chloorkalium in 1 Grammolek. water van het Metatinzuur.	Gehalte chloorkalium in 1 Grammolek. Metatinzuur.	Gehalte chloorkalium in 1 Grammolek. der oplossing.	$K = \frac{C_{\prime\prime}}{C_{\prime}}$	$K = \frac{C'_{\prime\prime}}{C_{\prime}}$
Milligr. Molek.	Milligr. Molek.	Milligr. Molek.		
1.4[1]	3.1	0.9[8]	1.4[6]	3.2
1.7[7]	3.9	2.0[6]	0.8[9]	1.9[5]
2.0[4]	4.5	2.2[1]	0.9[1]	2.0
4.4[3]	9.7[5]	5.4[5]	0.8[2]	1.8
5.7[3]	12.6	6.8[5]	0.8[3]	1.8[4]
10.5	23.1	13.5[3]	0.7[8]	1.7[1]
14.5	31.9	18.6[6]	0.7[9]	1.7[4]
14.7	32.4	18.6	0.7[8]	1.7[1]
25.0	55.1	33.2	0.7[6]	1.6[6]
38.3	84.0	51.7	0.7[3]	1.6[1]
51.6	113.5	73.2[8]	0.7	1.5[5]
55.0	121.0	78.6 *)	0.7[0]	1.5[4]
?		79.8 †)	± 0.7	± 1.5

*) Bijna verzadigde oplossing.
†) Verzadigde oplossing.

Neemt men in aanmerking, dat de waarden van K slechts tot op 0.1 nauwkeurig zijn, dan blijkt het duidelijk dat zij voor $\frac{C'_{\prime\prime}}{C_{\prime}}$ afnemen van 3 tot 1.5, eerst snel van 3 tot 2, maar dan slechts langzaam van 2 tot 1.5. Voor $\frac{C_{\prime\prime}}{C_{\prime}}$ neemt K af van 1.46 tot 0.7.

De hoeveelheid gebonden KCl is niet groot en bij deze zwakke binding nadert de graphische lijn allengs tot eene rechte.

De vroegere proefnemingen hadden mij reeds geleerd, dat zuren

veel sterker gebonden worden dan zouten, en van de zouten het sulfaat van alkaliën sterker dan het chloruur en het nitraat.

Opnieuw is dus bevestigd, dat de absorbtieverschijnselen de wet van HENRY niet volgen, ook al is de geabsorbeerde stof eene zoodanige, die in waterige oplossing sterk geïoniseerd is.

Als de kolloïden stoffen uit oplossingen absorbeeren, vertoonen zij niet de eigenschappen der vaste oplossingen van VAN 'T HOFF. De molekulaire aantrekking tusschen het kolloïd en de molekulen, welke uit de oplossing worden aangetrokken, heeft volgens eene andere wet plaats. Het schijnt mij merkwaardig toe, dat de absorbtie het sterkst zich vertoont bij die stoffen, welke neiging hebben met het absorbeerende kolloïd eene scheikundige verbinding naar eenvoudige molekuul-verhouding te vormen — of anders gezegd: die onder andere omstandigheden eene scheikundige verbinding kunnen vormen. Zoo bijv. bij het zwavelzuur en het zoutzuur, dat door het metatinzuur of het roode mangaandioxyd wordt gebonden. Hoe dikwijls gaat dan ook de vorming eener kolloïdale absorbtie-verbinding aan de omzetting tot eene kristallijne scheikundige verbinding vooraf.

Wanneer ik naga dat voor de absorbtie van water door het kolloïdale $Si\,O_2$, $Sn\,O_2$, $Mn\,O_2$, $Fe_2\,O_3$, $Al_2\,O_3$ enz. in de formule

$$\frac{\text{Konc. Kolloïed}}{\text{Konc. Gasphase}} = K$$

de waarde van K niet konstant door mij gevonden is, maar afhankelijk van de koncentratie zelve (als de temperatuur standvastig is en het kolloïd zich niet modificeert) [1]), dan zou ik geneigd zijn aan te nemen, dat beide verschijnselen eene groote overeenkomst bezitten, en naar overeenkomstige wetten plaats hebben.

Stellen wij ons den hydrogel voor als te bestaan uit halfvloeibare vormelementen (molenkomplexen), die allengs den vasten toestand naderen, naarmate zij water verliezen, en geven wij met NAEGELI daaraan den naam van micellen, dan mogen wij ook aannemen dat die micellen met een wateromhulsel omgeven zijn. Het water daarin wordt door de micel sterker aangetrokken dan de aantrekking tusschen twee aangrenzende micellen op elkander bedraagt. Elk der opvolgende lagen in dit wateromhulsel is des te sterker aangetrokken, naarmate zij dichter bij de miceloppervlakte ligt.

Als de hydrogel met de waterdampspanning der omgevende ruimte

---

[1]) Zie Zitting van 29 Juni 1894 en van 22 Nov. 1892. Over de ontwatering, herwatering en herontwatering van het kolloïdale kiezelzuur bij 15°.

(de gasphase) in evenwicht gekomen is, dan heeft slechts de oppervlaktelaag van elk wateromhulsel van elke micel (of van elk micelkomplex) dezelfde dampspanning als de gasphase. Zoolang de dampspanning dezer laatste nog kleiner is dan die van de oppervlaktelaag van het hulsel, en het evenwicht dus nog niet is ingetreden, verdampt water uit alle hulsels, totdat eene laag bereikt is, die dezelfde dampspanning bezit.

Het omgekeerde geldt, wanneer de ontwaterde hydrogel weder water opneemt, en zich in evenwicht stelt met eene gasphase van grootere dampspanning.

De functie, volgens welke de aantrekking van de micel op de waterlagen in het omhulsel met den afstand van de miceloppervlakte afneemt, hangt in de eerste plaats van de chemische natuur der micel en van hare physieke gesteldheid — dus van den graad der verdichting der molekulen in dezelve af. Zij is van dien aard, dat *K* geene konstante is, maar met de koncentratie zelve verandert. Zij is ook afhankelijk van de temperatuur; de isotherme (p c.) die de afhankelijkheid van het watergehalte (c.) van de dampspanning der gasphase (p.) voorstelt, is voor elke temperatuur verschillend.

Hoogstwaarschijnlijk mag men zich nu voorstellen dat: als kolloïden uit oplossingen zouten, zuren enz. absorbeeren, de geabsorbeerde stof in deze waterlagen ongelijk verdeeld is; zoodat in de laag, die het dichtst bij de micel is gelegen, de koncentratie het grootst is, en die koncentratie afneemt met de toeneming van den afstand der waterlagen, en wel op zulk eene wijze, dat daarvan het niet konstant zijn van *K* het gevolg is — zoodanig dat *K* met de koncentratie afneemt. Bij zwakke absorbtiën — zooals die van den Hydrogel van $Si\,O_2$ — en voor verdunde oplossingen, is die afhankelijkheid van de koncentratie gering, en nadert dus *K* aan eene konstante. Bij sterke absorbtiën — zooals die van zuren ($H_2\,SO_4$, HCl) door het tinzuur en metatinzuur, die van kaliumsulfaat door rood kolloïdaal mangaandioxyd — neemt *K* sterk met de koncentratie af.

Voorts hebben de proefnemingen geleerd, dat *K* afhankelijk is van de temperatuur, en van de physische gesteldheid (den graad van verdichting in de micellen) der absorbeerende stof. Het verschijnsel der absorbtie van stoffen uit oplossingen door kolloïden komt dus in al die opzichten overeen met de absorbtie van water door dezelfde kolloïden en biedt tevens overeenkomst met de kapillariteitsverschijnselen aan.

Een vraag van den Heer Engelmann over de slapste door den

Spreker gebezigde oplossingen geeft aanleiding tot eene korte bespreking.

Sterrenkunde. — H. G. van de Sande Bakhuyzen: „*Détermination de l'erreur de projection de l'appareil de Repsold pour la mesure des clichés astrophotographiques.*"

Le savant directeur de l'observatoire de Helsingfors, M. le Prof. A. Donner, a publié dans les Acta societatis scientiarum fennicae un intéressant mémoire sur la détermination des constantes nécessaires pour la réduction des clichés, pris à Helsingfors, pour la construction du catalogue photographique des étoiles jusqu'à la onzième grandeur. Il y discute d'une manière approfondie e. a. les erreurs de son appareil de mesure, qui est du même type que l'instrument construit, il y a vingt ans, par M. M. A. Repsold und Söhne à Hambourg pour l'observatoire de Leyde, et destiné à la mesure des clichés du soleil obtenus pendant le passage de Venus en 1874. Cet instrument, que j'ai employé plus tard aussi pour la mesure des plaques astrophotographiques, est décrit dans un mémoire dans le tome I du Bulletin du comité permanent pour l'exécution photographique de la carte du ciel pag. 164.

Comme plusieurs des erreurs, discutées par M. Donner, avaient fait, il y a plusieurs années, l'objet de quelques études provisoires de ma part, le mémoire de M. Donner a été l'occasion de revenir à une de ces recherches: celle de l'erreur de projection.

Cette erreur est causée par un changement dans la direction de l'axe, autour duquel se meut le microscope, qui d'abord pointé sur le cliché, est pointé par ce mouvement sur un trait de l'échelle divisée. Outre ce mouvement de rotation, le microscope a un mouvement de translation le long des rails, afin de pouvoir le pointer sur toutes les parties du cliché, mais, comme le dit M. Donner, la direction de l'axe de rotation est changée par suite des sinuosités des rails; les sinuosités dans le sens horizontal faisant naître une influence analogue à l'erreur d'azimut, les sinuosités dans le sens vertical, une autre, analogue à l'erreur d'inclinaison dans l'instrument des passages.

Lorsque je discutai en 1875 avec M. M. Repsold le projet de l'instrument, ils me déclaraient ne pouvoir garantir une exactitude suffisante dans le mouvement rectiligne, qu'en guidant ce mouvement par un cilindre, tel qu'ils le proposaient pour le mouvement de la plaque, mais à leur avis il était impossible d'obtenir cette même exactitude dans un mouvement guidé par des rails. Cette dernière

méthode étant nécessaire pour le mouvement du microscope, nous tombions d'accord de déterminer l'influence d'un mouvement non rectiligne, au moyen d'une deuxième échelle divisée, qui mise à la place du cliché serait comparée à l'échelle primitif. M. DONNER s'est aussi servi de cette échelle auxiliaire dans la détermination de l'erreur de projection, seulement il a employé une méthode un peu différente de celle dont je me suis servi. M. DONNER a comparé les deux échelles, l'une mise à la place du cliché, l'autre dans la position ordinaire sur le pont. Puis il a fait les mêmes comparaisons en juxtaposant les deux échelles sur le pont; les différences entre les résultats des deux comparaisons donnent immédiatement les erreurs de projection.

Dans mes recherches j'avais fait les comparaisons des deux échelles 1°. en plaçant l'échelle I sur le pont et II sur le plateau, 2°. en faisant l'échange des échelles, de sorte que I se trouvait sur le plateau et II sur le pont. La différence des deux résultats donne le double de l'erreur de projection, de sorte qu'avec un même nombre d'observations le résultat a un poids 4 fois plus grand que celui, que l'on obtient par la méthode de M. DONNER.

Mes premiers résultats m'avaient fait voir, que pour notre instrument l'erreur de projection était insignifiante, mais quand je voyais les valeurs assez importantes, que M. DONNER avait trouvées pour son appareil, j'ai repris mes recherches, en tâchant d'accroître le degré d'exactitude des résultats. Pour atteindre ce but j'ai procédé de la sorte.

J'ai fixé un miroir plan argenté de M. STEINHEIL au porte-microscope, la surface réfléchissante était à peu près verticale et à angle droit avec l'axe de rotation. Une lunette, munie d'un fil d'araignée, dirigée perpendiculairement au miroir et une échelle en verre, divisée en millimètres de M.M HARTMANN et BRAUN, parallèle au miroir étaient montées à une distance de 26,00 mètres en face du miroir, de sorte qu'une variation dans la direction de la normale à la surface réfléchissante, donc de l'axe de rotation du microscope, fût trahie par un mouvement de l'image réfléchie de l'échelle par rapport au fil d'araignée dans l'oculaire de la lunette. Lorsque la position de l'échelle est horizontale, on détermine ainsi la déviation de l'axe en azimut; en plaçant l'échelle dans la position verticale on peut déterminer le changement de l'axe en inclinaison. L'échelle était éclairée d'après l'excellente méthode indiquée par mon collegue M. le Prof. KAMERLINGH ONNES, dans les comptes rendus de l'academie des sciences neerlandaises (Verslagen van de zittingen der Wis- en Natuurkundige afdeeling van de Kon. Akademie van We-

tenschappen 1895—1896 pag. 311), au moyen d'un bec à gaz, dont la lumière fut réfléchie par des morceaux de miroirs courbés, placés de sorte que l'image de la flamme fût formée sur le miroir. Avec cet éclairage splendide on pouvait opérer en plein jour avec un grossissement d'environ 60 fois, qui permettait d'évaluer à peu près le dixième de millimètre.

Comme la variation de la direction de l'axe était faible, je me suis borné à la déterminer en 5 positions différentes du porte-microscope, deux *f* et *l* à peu près aux deux extrémités des rails, une *h* au milieu et deux *g* et *k* dans des positions intermédiaires; les distances du porte-microscope de *f* à *g* et de *k* à *l* étaient environ 2,5 centimètres, les distances *g h* et *h k* 3 centimétres; pour un observateur installé au microscope pour la mesure des clichés, le point *f* se trouve à gauche. Les mesures ont été faites par mon frère M. le Dr. E. F. v. d. S. Bakhuyzen et par moi; mon frère a fait 6 séries dans la position horizontale de l'échelle et 4 dans la position verticale, moi j'ai fait 6 séries dans chacune des positions.

Les résultats sont contenus dans les tableaux suivants, dans lesquels on a indiqué, en dixièmes de millimètre, la différence de la lecture de l'échelle dans une position du porte-microscope avec la moyenne des lectures dans les 5 positions.

Échelle horizontale.

	E. F. v. d. S. B.					H. G. v. d. S. B.				
	f	*g*	*h*	*k*	*l*	*f*	*g*	*h*	*k*	*l*
1e série	—11	—4	+ 6	+6	+4	— 6	—4	+5	+3	+1
2e „	— 9	—5	+ 3	+8	+4	— 6	—5	+6	+3	+2
3e „	—12	—6	+10	+6	+4	— 5	—1	+6	+2	—1
4e „	—11	—3	+ 7	+4	+1	— 9	—3	+6	+4	0
5e „	—10	—2	+ 5	+4	+1	—12	—6	+9	+7	+1
6e „	—10	—3	+10	+3	—1	— 8	—2	+9	+8	—3
Moyenne	—10	—4	+ 7	+5	+2	— 8	—4	+7	+4	0

Moyenne génerale – 9 —4 +7 —4 +1.

Le signe + indique, que la normale à la surface réfléchissante, dans la direction vers la lunette, fait un petit angle positif avec la direction des rails, comptée de *l* à *f*, dans le sens de rotation des aiguilles d'un montre.

ÉCHELLE VERTICALE.

	E. F. v. d. S. B.					H. G. v. d. S. B.				
	f	*g*	*h*	*k*	*l*	*f*	*g*	*h*	*k*	*l*
1e série	—33	—13	—1	+14	+34	—28	—18	+1	+19	+26
2e „	—33	—16	0	+17	+34	—29	—19	+2	+18	+29
3e „	—35	—14	+3	+13	+31	—30	—11	+2	+20	+21
4e „	—35	—17	+6	+15	+31	—34	—11	+4	+20	+23
5e „						—26	—13	+5	+17	+15
6e „						—30	—18	0	+19	+28
Moyenne	—34	—15	+2	+14	+32	—30	—15	+2	+19	+24

Moyenne générale —32 —15 +2 +17 +27.

Le signe + indique, que la normale à la surface réfléchissante, dans la direction vers la lunette, est élevée d'un petit angle positif au dessus de la surface horizontale des rails, comptée de *l* à *f*.

Comme la distance du centre optique de l'objectif à l'image réfléchie de l'échelle est en moyenne 52000 millimètres, une différence de la lecture de l'échelle de 0,1 millimètre correspond à peu près à 0″,4; les déviations azimutales de l'axe sont donc:

—3″,6 —1″,6 +2″,8 +1″,6 +0″,4;

les déviations en inclinaison:

—12″,8 —6″,0 +0″,8 +6″,8 10″,8.

On voit donc, que les M. M. REPSOLD ont atteint un haut dégré de perfection dans la construction des surfaces planes des rails. Il est possible, que les écarts soient encore moindre quand les vis de pression seront un peu moins serrées.

De ces nombres on peut déduire aisément l'erreur linéaire dans la lecture de l'échelle. La longueur de la perpendiculaire de l'axe de rotation à l'axe optique du microscope soit b; la distance du point d'intersection de cette perpendiculaire et de l'axe optique au cliché, ou à l'échelle, dans la direction de l'axe optique, soit c; l'angle de la verticale avec l'axe optique, quand celui-ci est pointé sur le cliché, soit q; l'angle de rotation de l'axe optique soit p.

Soit l'erreur de l'azimut égal à a, et celle de l'inclinaison égal à i (l'erreur de collimation n'a pas d'influence), alors les corrections aux lectures de l'échelle, quand le zéro se trouve à *f*, en ne tenant

compte que des quantités du premier ordre, seront:

influence de l'erreur azimutale

$$m = -a\{b \cos. (p+q) + c \sin. (p+q) - b \cos. q - c \sin. q\},$$

influence de l'erreur en inclinaison

$$n = -i\{c \cos. q - b \sin. q - c \cos. (p+q) + b \sin. (p+q)\}.$$

Connaissant les quantités constantes b, c, p et q, on peut déterminer m et n pour chaque valeur de a et de i. On peut cependant représenter les valeurs de m et de n d'une manière plus simple. Soient R et S les points du cliché et de l'échelle, sur lesquels est pointé l'axe optique dans les deux positions du microscope, alors les projections X et Z de RS sur un plan horizontal et sur un plan vertical, passant par l'axe de rotation, ont les valeurs suivantes:

$$X = b \cos. (p+q) + c \sin. (p+q) - b \cos. q - c \sin. q$$

$$Z = c \cos. q - b \sin. q - c \cos. (p+q) + b \sin (p+q)$$

de sorte que l'on a:

$$m = -aX \qquad n = -iZ.$$

Dans l'instrument de Leyde X est égal à 11 millimètres, Z égal à 10 millimètres; les corrections des lectures dans les 5 points f, g, h, k et l ont donc les valeurs suivantes en microns.

	Erreur azimutale.	Erreur en inclinaison.	Somme des erreur.
	μ	μ	μ
f	$+\frac{11}{52000} \times 900 = +0,17$	$+\frac{10}{52000} \times 3200 = +0,62$	$+0,8$
g	$+\frac{11}{52000} \times 400 = +0,08$	$+\frac{10}{52000} \times 1500 = +0,29$	$+0,4$
h	$-\frac{11}{52000} \times 700 = -0,15$	$-\frac{10}{52000} \times 200 = -0,04$	$-0,2$
k	$-\frac{11}{52000} \times 400 = -0,08$	$-\frac{10}{52000} \times 1700 = -0,33$	$-0,4$
l	$-\frac{11}{52000} \times 100 = -0.02$	$-\frac{10}{52000} \times 17000 = -0,52$	$-0,5$

Comme les valeurs de la somme des erreurs sont à peu près proportionelles aux distances du microscope à sa position moyenne, quand il est pointé sur le milieu du cliché, ces erreurs entrent presque entièrement dans la valeur employée pour la réduction des

distances linéaires en distances angulaires, et peuvent donc être négligées dans les autres réductions.

Afin de contrôler, du moins en partie, les résultats trouvés, j'ai déterminé la variation azimutale de l'axe encore d'une autre manière. J'ai changé la position du miroir et je l'ai fixé au porte microscope, de sorte que la surface réfléchissante fût verticale et parallèle à l'axe de rotation. J'ai installé ensuite deux échelles horizontales parallèles à la surface réfléchissante à distances égales devant et derrière le miroir, de manière que l'image réfléchie de l'une tombât sur l'autre. En plaçant les échelles convenablement, on pouvait, au moyen d'une lunette dirigée vers le miroir, voir l'image réfléchie d'une échelle projetée sur l'image directe de l'autre, de sorte que l'on pouvait déterminer leurs positions relatives Quand dans les différentes positions du porte-microscope le miroir reste parallèle, la position relative des images des échelles ne varie pas si l'on observe toujours les mêmes points des divisions en deplaçant la lunette, ou, si cela n'est pas possible, la différence des lectures variera seulement par les erreurs de division et une erreur dans l'installation des échelles. On peut déterminer l'influence de ces deux erreurs en comparant les points des échelles, dont on avait fait d'abord la lecture en déplaçant le porte-microscope, encore une seconde fois en conservant la même position du porte-microscope mais en déplaçant seulement la lunette. En opérant de la sorte, je trouvais pour les corrections de la lecture causées par une déviation azimutale aux points f, h et l $+0\overset{\mu}{,}12$, $-0\overset{\mu}{,}11$, $-0\overset{\mu}{,}02$, tandisque d'après la première méthode on trouvait: $+0\overset{\mu}{,}17$, $-0\overset{\mu}{,}15$, $-0\overset{\mu}{,}02$.

Natuurkunde — De Heer Kamerlingh Onnes biedt eene mededeeling aan: „*Over het meten van zeer lage temperaturen*" II.

8. *Kookpunt.* Tot het brengen van den waterstofthermometer in stoom, dient de roodkoperen kookpuntstoestel, zie Plaat III fig. 1. De doorsnede van den bak, a, die het water bevat, is zoo groot, dat de zijwanden boven het watervlak niet door opstijgende warme luchtstroomen boven het kookpunt kunnen worden verwarmd en de stoom dus niet oververhit kan worden. (Bij een kleineren dergelijken toestel, zie Pl. I, fig. 2 [1]) is tot dit doel nog een asbestring, k, aangebracht, beneden welken het waterniveau niet mag dalen. Tot het bevorderen van

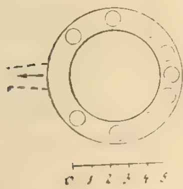


Fig. 1.

[1]) Zittingsverslag, Mei 1896.

een gelijkmatige beweging van den stoom in den geheelen buitenmantel, niettegenstaande de afvoer op een bepaald punt plaats heeft, is boven de afvoerbuis eene afsluiting in die ringvormige ruimte gelegd — zie fig. 1 in den tekst — met openingen, die dichter opeengedrongen zijn, naarmate zij verder van de afvoerbuis verwijderd zijn). Er wordt uitsluitend gedistilleerd water in den zorgvuldig schoongemaakten toestel gebruikt, opdat het water steeds van een zuiver metaaloppervlak zal koken. Het deksel van den dubbelen mantel *b*, is gewelfd, zoodat druppels, die zich daar vormen, naar den buitenmantel afvloeien. Buitendien is het bovenste deel van den toestel met vilt bekleed en wordt het deel van den steel, dat boven de kurk in het deksel uitsteekt, flink ingepakt in fijne schapenwol, zoodat de ruimte boven het deksel nagenoeg op het kookpunt verwarmd wordt. Op deze wijze wordt het afvloeien van druppels langs den steel vermeden en de thermometer blijft ingehuld in het dunne watervliesje, dat er aanvankelijk op neerslaat en dat allengs de temperatuur van den stoom aanneemt. Onder den thermometer hangt een trechtervormig glazen schermpje, *c*, dat den thermometer tegen mogelijke spatten beschermt. Een drijver, *d*, geeft den stand van den vloeistofspiegel aan, die bij het snelste koken, dat bij de metingen voorkomt, slechts 3 cm. per uur daalt. De snelheid van den stoom in de afvoerbuis van den stoommantel is minstens 40 cm. Koude luchtstroomen kunnen daarbij in den toestel niet terugslaan. De snelheid van den stroom in de binnenruimte neemt men van 3 tot 10 cm.

De overdruk van den stoom is bij dezelfde snelheid van verdamping ook nagenoeg onveranderlijk en zonder slingeringen (diameter afvoeropening 2,5 cm.), en kan bepaald worden met behulp van een watermanometertje, dat met de binnenruimte, waarin de thermometer hangt, in verband staat. Het eene niveau van dit manometertje wordt, naar het voorbeeld van Pernet, Jaeger und Gumlich[1]) op 100° verwarmd en beurtelings aan den stoomdruk of aan den dampkringsdruk blootgesteld, terwijl het andere niveau standvastig gehouden wordt en steeds bij gewone temperatuur onder den dampkringsdruk staat. De overdruk van den stoom gaat echter bij het snelste koken, wanneer de afvoerbuis niet opzettelijk vernauwd wordt, hetgeen tot drukslingeringen aanleiding geven zou, 1 mm. waterdruk niet te boven, overeenkomende met ongeveer $^{1}/_{300}$ graad verschil in kookpunt.

[1]) Pernet, Bureau Intern. I B. 16. 1881.
Pernet, Jaeger und Gumlich, Zeitschr. f. Instr. XV p. 124, 1895.

Bij de op plaat III fig. 1 afgebeelde bewerking van het calibreeren van een thermoelement voor lage temperaturen, zal in den regel het bepalen van de geringe verschillen, die in dezen overdruk van den stoom bij eenzelfde verdampingssnelheid nog kunnen voorkomen, achterwege mogen blijven en zal het meer dan voldoende zijn daarvoor van eene eens voorał bepaalde waarde gebruik te maken. Want tegen- over de storingen en onzekerheden, die bij het bepalen van lage temperaturen ook met de grootste inspanning voorshands niet te vermijden zijn, komen dergelijke afwijkingen niet in aanmerking.

Teneinde den afgewerkten stoom te verwijderen, zonder dat daarbij drukverschillen of drukslingeringen ontstaan, is door den Heer Blom het Pl. III fig. 1 en meer uitvoerig plaat III fig. 3 afgebeelde toestelletje geconstrueerd, waarin de van boven aangevoerde stoom gecondenseerd wordt door fijne waterstraaltjes, die uit openingen in het buisje, *b*, worden opgespoten. Het buisje kan draaien om de toevoerbuis van het koelwater, die aan de waterleiding gekoppeld wordt, als as, en rust, opgeheven door den druk van het water, met een scherpe punt in het verlengde van de as tegen een glazen plaatje. Daar in elk der beide armen een fijne zijdelingsche opening is aangebracht, zet het buisje zich als een reactierad in beweging zoodra de toevoerkraan geopend wordt. Met zulk een toestelletje, dat gemakkelijk overal kan worden opgesteld, kan de stoom vol- doende worden gecondenseerd. Bestaat er geen bezwaar tegen het aanbrengen van eene wijde buisgeleiding naar een trekschoorsteen, op de wijze die Bunsen [1]) heeft aangegeven, dan is deze methode echter eenvoudiger.

De waarden, die de metingen bij nulpunt en kookpunt hebben opgeleverd voor den spanningscoëfficient der waterstof, zullen in een volgende mededeeling behandeld worden.

9. *Thermo-element Nieuwzilver-Koper.* Met dit element zijn door Wroblewski de eerste bepalingen van zeer lage temperaturen ver- richt. Ook ik heb het als het destijds meest geschikte gekozen, waarbij ook in aanmerking kwam, dat de weerstand van nieuwzilver met de temperatuur weinig verandert. Bij de waarnemingen te Leiden is eene methode gevolgd, die zich zeer nauw bij die van Wroblewski aansluit. Daardoor bestond de gelegenheid na te gaan, welke bezwaren zich bij zijne bepalingen hebben kunnen voordoen.

Het bleek, dat verschillende bronnen van fouten de nauwkeurig- heid der metingen in gevaar brengen en dat er bijzondere voorzorgen

---

[1]) Wiedem Ann. XXXI, p. 6, 1887.

noodig zijn om met een zelfde thermo-element langen tijd geregelde temperatuurbepalingen te verrichten.

CHASSAGNY en ABRAHAM [1]) zijn bij hun onderzoek over nauwkeurige temperatuursbepalingen met een thermoelement tusschen 0° en 100° in verschillende opzichten tot dergelijke ervaringen en voorzorgen gekomen. Het hier medegedeelde onderzoek werd geheel onafhankelijk van het hunne ondernomen met het oog op de metingen der lage temperaturen in het cryogeen laboratorium. Bij vroegere onderzoekingen op dit gebied zijn die voorzorgen niet opzettelijk ter sprake gebracht en ook DEWAR en FLEMING vestigen bij hun onderzoek over de thermo-electrische krachten van metaalcombinatiën bij zeer lage temperaturen er niet de aandacht op.

Wij bespreken in de eerste plaats hoe twee thermo-elementen werden ingericht, om bij gelijken bouw: het eene als waarnemingselement, het andere als vergelijkingselement, blijvend voor nauwkeurige temperatuursbepaling te gebruiken.

Het omsponnen zachte galvano-plastisch verkregen roodkoperdraad, dat in den handel is, heeft gewoonlijk een genoegzaam homogene structuur om zonder meer voor het vervaardigen van een thermo-element te kunnen worden gebruikt. Sluit men een galvanometer door een dergelijken draad en verhit men, op genoegzamen afstand van den galvanometer, dien draad met een Bunsenvlam zoo is het niet waarschijnlijk, dat men een grooteren uitslag verkrijgt, dan overeenkomt met een breukdeel van een microvolt. Geheel anders is het met nieuw zilverdraad uit den handel (zelfs met de beste soorten) gesteld, vooral wanneer dat in kleine bochten gewrongen is geweest. Verschillen, die bij verwarming van een deel van den draad tot 130° storingen van een paar microvolts opwekken, zijn daar zeer gewoon; bij verhitting met een Bunsenvlam worden zij zoo grillig, dat men geneigd zou zijn een dergelijken draad als onbruikbaar te verwerpen. Met behulp van een Bunsenvlam gegloeid, bleek zulk een draad gewoonlijk nog niet geschikt. Evenmin wanneer hij, in een asbestdoos gesloten, op een smidsvuur gebracht en daarna langzaam afgekoeld werd. De nieuwzilverdraden (1 mm. doorsnede), welke door mij voor de vervaardiging van thermo-elementen gebruikt zijn, werden daarom vooraf zorgvuldig recht getrokken, met behulp van eene accumalatoren batterij (28 Volt, 20 Amp.) galvanisch uitgegloeid [2]) en bij langzame vermindering van de stroomsterkte voorzichtig afgekoeld. De beide uiteinden van den nieuw zilverdraad worden dan door roodkoperen geleidingen met den

[1]) Ann. de Ch. et de Phys. 6 Sér. t. 27, 355, 1892.

[2]) Ook NOLL, Wied. Ann. 53, p. 883, heeft zijne draden op deze wijze zacht gemaakt.

galvanometer verbonden en de draad bij gedeelten en onder vermijding van kleine bochten in een oliebad gedompeld, dat tot op 130° verhit is, of wel door een T-buis gespannen, waarin de stoom zijdelings wordt toegeleid, om naar de beide einden, door welke de draad in- en uittreedt, te ontwijken. In de stukken van den draad, die bij het uitgloeien in de nabijheid geweest zijn van de stroomaanvoerklemmen, blijven dan natuurlijk vrij groote onregelmatigheden over. Maar, hiervan afgezien, mogen er geen grootere verschillen dan een paar tiende microvolt zijn overgebleven Wanneer de draad ook na hernieuwde gloeiing en zoo mogelijk nog zorgvuldiger afkoeling aan dezen eisch niet voldoet, is hij geheel onbruikbaar.

Gelukt het, langs den draad gaande, een stuk van geschikte lengte te vinden, waar de electromotorische kracht door de genoemde verwarming nergens boven $1/2$ microvolt stijgt, en dat aan de einden over een lengte van 50 à 60 cm. geen merkbaar potentiaal-verschil (minder dan 0.05 microvolt) vertoont, dan wordt dit stuk uit den draad geknipt en dienen de beide eindstukken voor de beenen van het thermo-element, waarbij dan, indien er verschil bestaat, het gunstigste einde bestemd wordt voor het nulpuntsbeen, nl. dat, hetwelk later in den regel in ijs zal worden gebracht. Langs dat deel van den draad toch zullen in den regel veel geringere temperatuur-verschillen optreden dan langs het als meetnaald gebruikte.

Er dient nu verder voorkomen te worden, dat de homogeen gemaakte nieuwzilverdraad in eenigszins scherpe bochten gewrongen wordt. De draad wordt daartoe, zie Pl. III, fig. 5, met een dikwandige caoutchoucbuis, C, omkleed, door welke hij, zonder beschadigd te worden, kan worden getrokken, wanneer men hem aan een hulpdraadje soldeert, dat met behulp van een kogeltje door de caoutchoucbuis gewerkt is. Deze caoutchoucbuis dient tevens om den nieuwzilverdraad geheel te isoleeren en om het element te drogen.

10. *Het beschermen van thermoelementen.* Thermo-elementen, bestaande uit naakte draden, die men dompelt in het bad, waarvan men de temperatuur wil bepalen, hebben het groote voordeel, dat zij bijna onmiddellijk de temperatuur aanwijzen. Om in elk bijzonder geval van die naakte elementen gebruik te kunnen maken, moet men zich echter eerst overtuigd hebben dat zij, in een vloeibaar gas bijvoorbeeld, zonder eenig gevaar van chemische inwerking, of van optreden van chemische potentiaal-verschillen, gedompeld kunnen worden.

Daar men verder naakte draden (wegens deze inwerking) niet in stoom of ijs kan brengen, moet de calibratie van het element geschieden door het element in geschikte vloeistofbaden (petroleum bij 0°,

olie bij 100°) te dompelen, die door ijs of stoom op de gewenschte temperatuur worden gebracht.

In fig. 1[a] en 2[a], plaat III is een dergelijk vloeistofbad afgebeeld. Men moet de randen, *g*, die buiten stoom of ijs uitsteken, zooveel mogelijk beschermen tegen warmteuitwisseling met de lucht en, door aanvullen met wol en sluiten met een niet geleidend deksel, luchtstroomen boven de vloeistof voorkomen; roeren blijkt onmisbaar en er blijven kleine temperatuursverschillen over, die afzonderlijk bepaald moeten worden. Wanneer men, zooals bij het calibreeren van het element ten opzichte van den waterstof-thermometer, liefst tegelijk het thermo-element en den breekbaren waterstof-thermometer in het vloeistofbad brengt, wordt ter bescherming van den laatste een binnencylinder, *f*, in het bad geplaatst en de roerder, *r* (houten stangetje door glazen buisje), in de buitenruimte op- en neer bewogen.

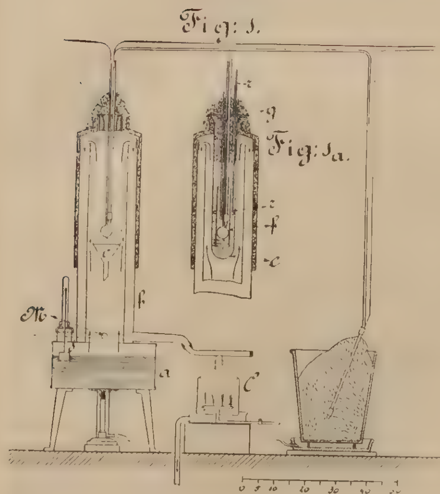
In den regel zal het echter noodig zijn, de draden van het thermo-element geheel van het bad te isoleeren. Dit is zelfs niet te vermijden, wanneer men de meetnaald onmiddellijk in stoom of ijs wil brengen, of wanneer de draden of de soldeerplaats gevaar loopen van op den duur te worden aangetast, hetzij door het vloeibare gas of door waterdamp uit den dampkring, die op het sterk afgekoelde element neerslaat bij het verwijderen uit de toestellen.

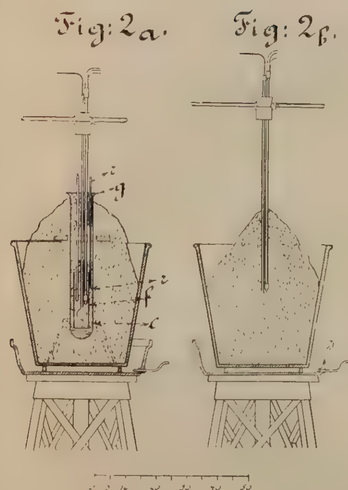
Waar verder, al is het dan ook slechts in nevensluitingen met grooten weerstand, chemische potentiaal-verschillen kunnen optreden, zullen deze, omdat zij zooveel grooter dan de thermo-electrische zijn, allicht de nauwkeurigheid der waarnemingen in gevaar kunnen brengen.

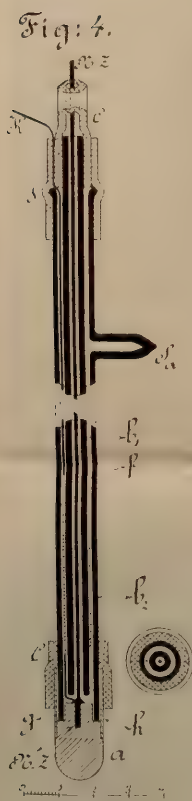
Het insluiten van het thermo-element in een afzonderlijk omhulsel voorkomt eindelijk, dat de draden nu eens op deze, dan weder op gene plaats aan plotselinge sterke afkoelingen worden blootgesteld. A priori is het niet onmogelijk te achten, dat zulke onregelmatige plotselinge afkoelingen eenigen invloed op het thermoelement kunnen uitoefenen, die door de omhulling voorkomen wordt.

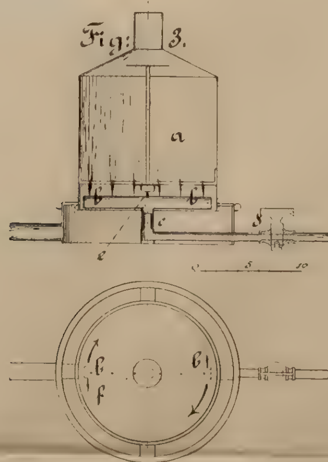
Om al deze redenen kwam het mij bij de tot nog toe verrichte metingen wenschelijk voor, beschermde elementen te gebruiken.

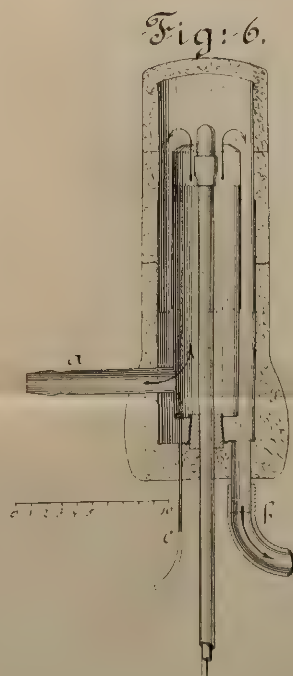
Wanneer de draden van het thermo-element beschermd worden, dan moet in het bijzonder gelet worden op de warmte, die door geleiding langs deze draden van de soldeerplaats wordt afgevoerd. Bij nauwkeurige bepalingen moet zij te verwaarloozen zijn tegen de warmtetoevoer uit het bad, waarin het thermo-element gedompeld wordt. Om den warmtetoevoer te vergrooten, is dan ook een rood koperen blokje, *a*, aangebracht, waarin de aanrakingsplaats van de beide draden gesoldeerd wordt.

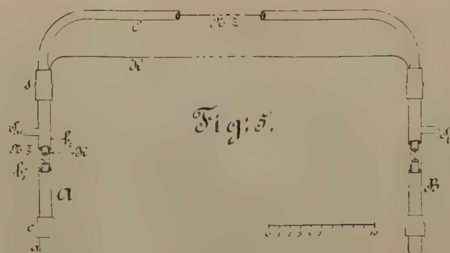

Fig: 1.
Fig: 1a.

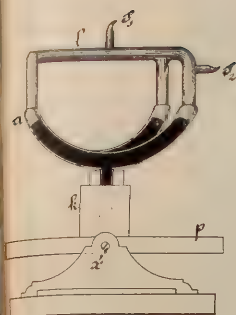
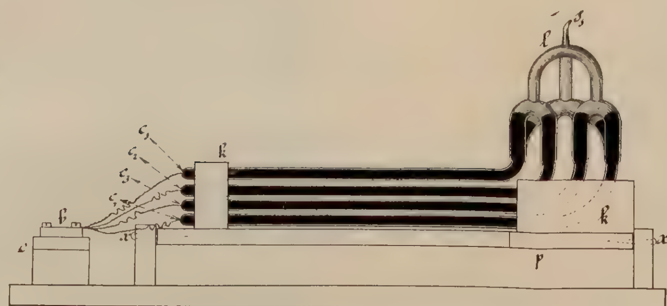
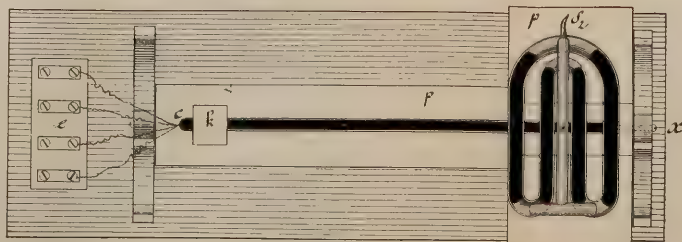

Fig: 2a.
Fig: 2β.

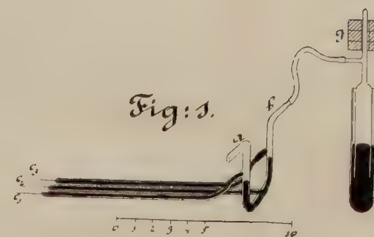

Fig: 4.

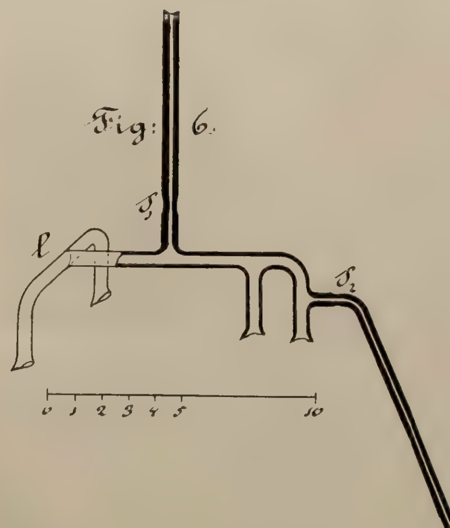

Fig: 3.

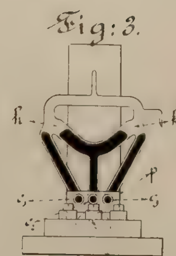
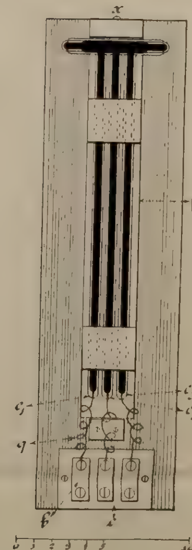

Fig: 6.

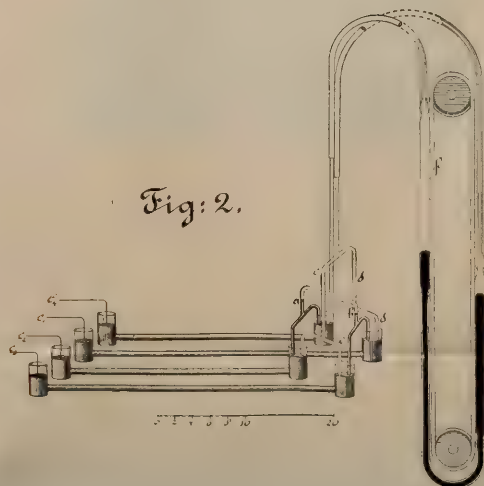

Fig: 5.




Fig: 4.


Fig: 1.


Fig: 6.



Fig: 3.


Fig: 2.

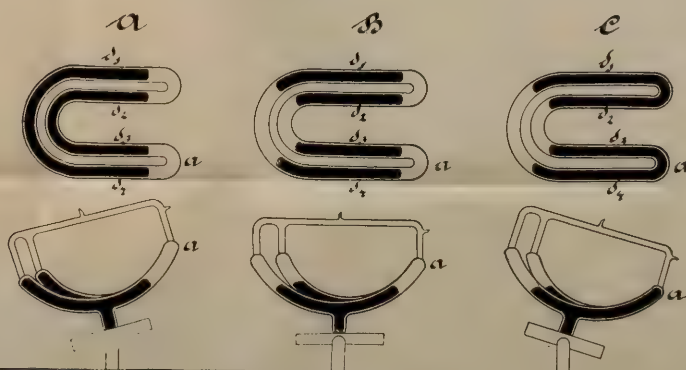
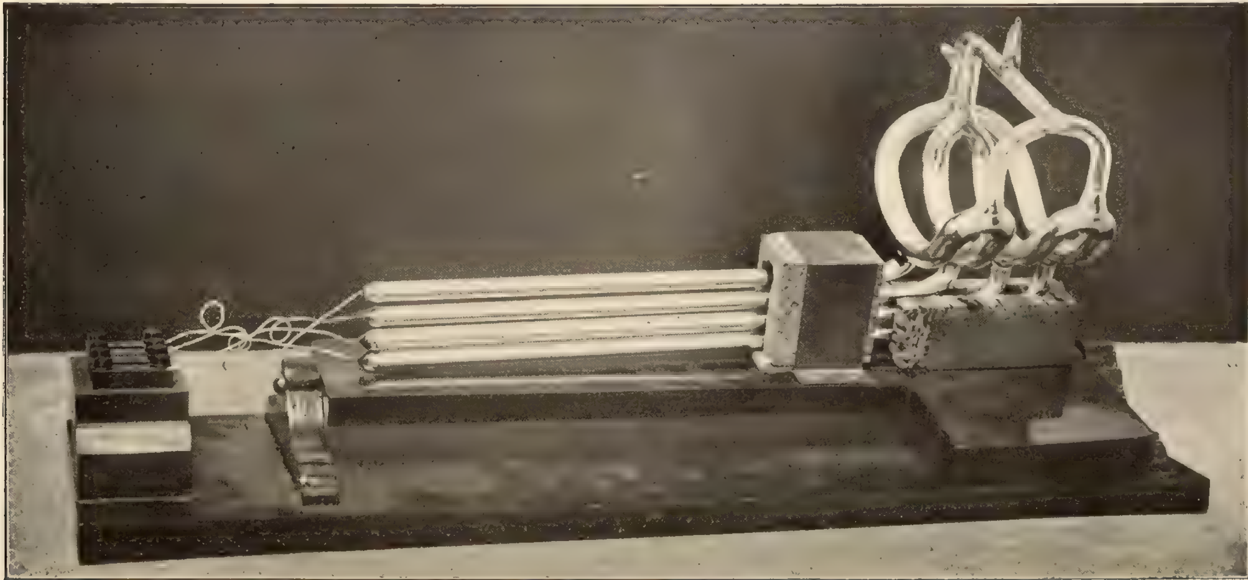


Fig: 5.

H. KAMERLINGH ONNES, Over het meten van zeer lage temperaturen. PLAAT V



Het is in vele opzichten wenschelijk, den weerstand van het element gering te houden en de nieuwzilverdraad, die recht door naar de soldeerplaats moet loopen, om potentiaal-verschil in bochten te vermijden, mag dus, om geringe warmteafvoer door geleiding te verkrijgen, niet dunner genomen worden dan bepaald noodig is. Draad van 1 mM. doorsnede leverde in beide opzichten geen bezwaar op.

De nieuwzilverdraad wordt geïsoleerd door een glazen buisje, b_1, zie Pl. III fig. 4 dat in de cauotchoucbuis, C, wordt gestoken. Om dit buisje wordt de met zijde omsponnen koperdraad van $^1/_2$ mM. doorsnede, wegens het grooter geleidingsvermogen van rood koper, tot een lengte van 50 cM. spiraalvormig opgewonden [1]). Bij het weglaten van dit spiraaltje kon nog in sommige gevallen eene temperatuurverandering van de soldeerplaats worden geconstateerd. De glazen buis b_2 isoleert het geheele element, behalve het rood koperen blokje, a, van het bad waarin het gedompeld wordt. Bij vroegere constructies was beproefd, in plaats van een glazen buis, een zeer dunwandige koperen buis te gebruiken, die van den toestel, waarin het bad bevat is, geïsoleerd werd. Een dergelijke buis zou het voordeel gehad hebben, dat zij aan het koperen blokje kon worden gesoldeerd en dus gemakkelijk volmaakt sluitend daaraan te verbinden zou zijn. Doch de temperatuur van de soldeerplaats bleek dan, zelfs bij aanzienlijke indompeling, niet meer zeker te zijn tot op $^1/_{50}{}^\circ$.

Koper en glas volkomen sluitend met elkaar te verbinden, levert vele moeielijkheden op, vooral wanneer de verbinding bestand moet zijn tegen stoom en tegen het luchtledig. Is de verbinding niet volmaakt sluitend, dan kan, bij het calibreeren in stoom, bijv. waterdamp, in het element doordringen en daar tot storende potentiaalverschillen aanleiding geven. Aangesnoerde caoutchoucbuis is niet voldoende. Gewone kitmiddelen smelten beneden 100° of zijn lastig te verwijderen. Het plan bestaat te beproeven of een soldeerplaats van glas aan metaal, volgens de methode van CAILLETET, tegen de groote en herhaalde temperatuurwisselingen, aan welke het thermo-element wordt onderworpen, bestand is; ook een pakkingbusje met schroefsluiting op een glasring zou kunnen worden beproefd. Ik heb echter voorloopig, daar het niet noodig is het element boven 100° te verwarmen, mijn toevlucht genomen tot kitten met zwavel. Over het rood koperen blokje wordt een vertind hulsje, h, geschoven; hulsje, blokje en contactplaats worden samengesoldeerd, waarbij het koperen blokje met de spitsvlam verwarmd wordt en hars als vloei-

---

[1]) De isolatie van de spiraalwindingen zou ook kunnen geschieden door een om het glazen buisje spiraalvormig opgewonden en daaraan vastgesmolten glasdraadje.

middel dient. Men vult de geul, g, tusschen koper en glas met gesmolten zwavel en zorgt, dat de zwavel aan de binnenzijde niet met den koperdraad in aanraking komt, die dan spoedig zou worden verteerd.

Is een dergelijke met zwavel gekitte buis eenige malen in stoom gebracht, geïjk voor de contrôle herhaaldelijk noodig is, dan neemt de gegoten zwavel langzamerhand den poedervorm aan. Om ook deze inwerking te voorkomen, wordt de aanhechtingsplaats door een stukje gevulcaniseerde caoutchoucbuis, e, beschermd, dat van tijd tot tijd vernieuwd wordt. Toen het koperen hulsje onvertind gebruikt werd, leverde het den last op, dat gevulcaniseerde caoutchouc vooral bij 100° op den duur het koper aantast. Of nu het vertinnen (of zwartlakken) deze inwerking voldoende voorkomt, moet nog nader blijken. Het voorzien van het thermo-element met een nieuw koperen hulsje en ook met een nieuw blokje en glashulsel, levert echter weinig bezwaar op. Het element zelf behoeft daarbij geen verandering te ondergaan.

Zijn de glazen hulzen om de beide beenen, A en B, fig. 5, van het thermo-element bevestigd, zoo worden zij door een caoutchoucbuis en met caoutchouckit luchtdicht verbonden aan de caoutchoucbuis met welke de nieuw zilverdraad bekleed is. De koperdraden, K, laat men vrij te voorschijn treden. Het element is nu in een volkomen afgesloten ruimte opgenomen, die alleen nog door zijbuisjes s_a, s_b met de buitenlucht in verband staat. Met behulp van deze zijbuisjes wordt, onder behoorlijke verwarming, droge lucht door de ruimte gezogen, die bij het eerste zijbuisje s_a, intreedt, naar de soldeerplaats c_a door het binnenste isoleerbuisje in de buis C en verder, door het buisje van de soldeerplaats c_b stroomt en door het tweede zijbuisje s_b wordt weggezogen. Na het verrichten van deze bewerking worden de zijbuisjes afgesmolten.

Daar de hulzen van de thermonaalden van glas zijn, kan men zich tusschen de proeven er altijd gemakkelijk van overtuigen dat niet op een of andere wijze vocht in den toestel is doorgedrongen. Mocht dit het geval zijn, dan kan men het met behulp van de zijbuisjes gemakkelijk verwijderen.

Om de thermonaald in de toestellen te brengen, waarin men de temperatuur wil bepalen, voorziet men haar van een stop als op Pl. II fig. 5 Zittingsversl. van Mei afgebeeld en beschermt men desnoods het koperen blokje en de aanhechtingsplaats aan het glas op de wijze, die voor elk bijzonder bad noodig mocht blijken.

11. *Het beproeven van thermoëlementen.* Het voltooide thermoelement wordt nu aan de gewone contrôleproef onderworpen, dat bij het brengen van de beide soldeerplaatsen op een zelfde tempera-

tuur geen stroom mag ontstaan. Het wordt daartoe door geschikte stroombrekers en stroomwisselaars (zie § 12) met den galvanometer (§ 13) verbonden en, zooals algemeen gebruikelijk is, met beide soldeerplaatsen in ijs gedompeld.

Veelal stelt men zich met deze eene contrôleproef tevreden. De temperatuur van de contactplaatsen wijkt dan echter slechts weinig af van de temperatuur van de omgeving en er kunnen bij deze proef gebreken over 't hoofd worden gezien, die bij grootere temperatuursverschillen aanzienlijk worden. Voor de hand ligt het derhalve, de beide contacten ook in stoom te brengen en tot verschillende diepten in te dompelen, om te zien of het werkelijk door de gevolgde methode gelukt is de gebreken te vermijden, die door deze proef kunnen worden geconstateerd. Men kan daartoe de beide beenen van het thermoelement plaatsen in twee gelijksoortige kooktoestellen als in § 8 beschreven.

Wanneer echter een been van het thermoelement op hoogere temperatuur dan de omgeving wordt gebracht, met het blokje naar beneden gekeerd, zal in dit been een convectiestroom van meer of minder belang kunnen ontstaan. Door waarnemingen te verrichten met een derden kookpuntstoestel, waarbij het been met het blokje naar beneden in stoom wordt gebracht, kan worden gecontroleerd of mogelijkerwijs zoodanige convectiestroom de temperatuur van de soldeerplaats iets zou kunnen doen dalen.

Op Plaat III fig. 6 is deze stoomhoed afgebeeld, die op verschillende lengten kan worden uitgeschoven, en den stoom uit een afzonderlijken ketel ontvangt door een met wol omwoelde buis. De geheele stoomhoed is met vilt bekleed. Door een capilair buisje, *c*, in den bodem, kan in de binnenruimte afgescheiden water afdruppelen. De capillair wordt door den daaraan hangenden druppel gesloten. Wat omtrent de temperatuur van den stoom in § 8 is opgemerkt, is ook hier van toepassing. Buitendien worden, tot verdere contrôle, de contacten in de beide kookpuntstoestellen onderling verwisseld.

Het thermoëlement wordt eindelijk aan een derde contrôleproef onderworpen door de beide contacten te dompelen in een papje van alcohol en vast koolzuur, dat daartoe in vacuumglazen van Dewar wordt gebracht.

Na aan deze contrôleproeven onderworpen te zijn, wordt het thermoëlement gecalibreerd door het, samen met den waterstofthermometer, op verschillende temperaturen te brengen. Op plaat I is de vergelijking in vloeibare zuurstof voorgesteld, op plaat III fig. 1 en 2 is het thermoëlement, samen met den waterstofthermometer, in stoom en in ijs gebracht.

12. *Stroomafbrekers, ketenwisselaars en stroomwenders met aanrakingsvlakken van kwik.* Bij het verrichten van metingen over zoo kleine potentiaalverschillen als de thermoëlectrische, is het noodig met de uiterste zorg te voorkomen, dat bij de contacten in de toestellen, die dienen om den stroom af te breken of te sluiten, storende potentiaalverschillen optreden. Roodkoperen stopcommutatoren te gebruiken, ligt daarbij het meest voor de hand. Door het inschakelen van deze toestellen in de geleiding — die, gelijk de galvanometerwindingen, wel altijd uit roodkoperdraden zal bestaan — geeft men in allen gevalle slechts tot kleine thermoëlectrische krachten aanleiding. Maar wanneer de roodkoperen stopcommutatoren niet met zeer veel zorg vervaardigd zijn en in watten gepakt worden, kunnen die storingen niet verwaarloosd worden.

Laat men het contact tot stand komen door het samenvloeien van kwik, dan is, ter plaatse waar dit contact gemaakt wordt, elk potentiaalverschil uitgesloten. Met het gebruik van deze contacten moet echter gepaard gaan, dat in de leiding de belangrijke potentiaalverschillen kwik-roodkoper ingeschakeld worden. Deze zullen zeker wanneer men ze niet op geheel dezelfde temperatuur houdt, storingen geven. Het is hetzelfde bezwaar dat bijv. weerstandsbanken met klossen van nieuwzilverdraad opleveren. Wanneer de eindpunten van de klossen niet op geheel dezelfde temperatuur zijn, zullen storingen optreden, die vooral bij nulmethoden van invloed kunnen worden.

Kan men anderzijds, gelijk dit ook bij weerstandsbanken bereikt wordt, de vaste aanrakingspunten van commutatoren en geleiding op genoegzaam dezelfde temperatuur houden [1]), dan leveren de kwikcommutatoren het groote voordeel op, dat men van het contact volmaakt zeker is, zoodra men weet dat zuiver kwik samenkomt, en dat, bij geschikte inrichting van den toestel, het samenvloeien met een lichte handbeweging, als bij de wip van Poggendorff, te verkrijgen is, terwijl men aan het maken van onberispelijke contacten met stopcommutatoren, gelijk bekend is, altijd veel aandacht moet wijden. Bij gebruik van een aperiodischen galvanometer en een kwikcommutator, kan de waarnemer, voor den afleeskijker gezeten, onmiddellijk op de eene aflezing de andere laten volgen.

Reeds lang heb ik dan ook beproefd, van het samenvloeien van kwik partij te trekken tot het maken van contact. Aanvankelijk had ik daarvoor eenvoudige toestelletjes ingericht; in hoofdzaak als afgebeeld op Pl. IV fig. 1 en 2. Het opzuigen van kwik in het buisje *b* fig. 1, door het wegnemen van een gewicht *g*, geeft contact

---

[1]) Chassagny en Abraham l. c. p. 361.

tusschen c_3 en c_2, het oppersen van het kwik in *a*, door het opleggen van een gewicht, geeft contact tusschen c_2 en c_1. Evenzoo krijgt men in het toestelletje fig. 2, door het opzuigen in de buizen *a* en *b*, contact tusschen c_1 en c_3, c_2 en c_4, anderzijds bij het opzuigen in de buisjes *d* en *c*, contact tusschen c_1 en c_2, c_3 en c_4. De beweging van het kwik wordt hier beheerscht door te trekken aan het leeren koordje, *f*, (stukje van een draaibankdrijfriem). Verschillende bezwaren bleven echter bij het gebruik van deze toestelletjes bestaan, onzekerheid van instelling, spatten van kwik, noodzakelijkheid om de toestelletjes van tijd tot tijd schoon te maken, moeilijkheden om de contacten goed tegen temperatuursverschillen te beschutten.

Deze bezwaren werden verholpen door het vervaardigen van geheel gesloten glazen toestelletjes. Op plaat IV fig. 3 en 4 en op plaat V zijn de zeer praktische constructies afgebeeld, die door den meergenoemden technischen adjunct bij het laboratorium, den Heer Blom, bedacht werden. In de eerste plaats zijn bij den ketenwisselaar fig. 3 de contacten van de geleiding en het kwik in het glazen toestelletje verkregen door insmelten van platinadraden in de buizen C_1, C_2 en C_3. Verder is het toestelletje gemonteerd op een plankje *p*, dat om eene as, *x*, gemakkelijk kan draaien. In den stand naar links overhellende, zijn c_1 en c_2, in den stand naar rechts overhellende c_2 en c_3 in contact. In den afgebeelden stand is de stroom verbroken. De platina contacten bestaan uit samengevlochten dunne platinadraden; de verbindingsstukken van de buizen *C*, met de door bevestiging op eboniet geïsoleerde blokjes, *b*, aan welke de verdere stroomgeleiding verbonden wordt, zijn dus zeer buigzaam. Mocht, bij het insmelten van het bundeltje met behulp van email, niet een absolute sluiting verkregen zijn, gelijk aan de kwikluchtpomp kan blijken, dan wordt dit verholpen door een weinig schellak op de smeltplaatsen te brengen. Het glaswerk is vooraf op de in de vorige mededeeling beschreven wijze schoongemaakt en wordt met de kwikluchtpomp luchtledig gepompt, en alsdan met kwik gevuld; later wordt weder droge lucht toegelaten, die als stootkussen bij het bewegen van het kwik dient, wanneer de commutator wordt omgelegd; de hulpbuisjes, die bij deze bewerking gediend hebben, worden later afgesmolten. De kwikoppervlakken zijn door de genomen voorzorgen na jaren nog even fraai als toen de toestelletjes werden afgeleverd. Er is op gerekend dat de weerstand langs c_1, c_2 en langs c_2, c_3 dezelfde is; het kleine verschil dat overblijft is standvastig en kan desnoods gemeten en in rekening gebracht worden.

Volgens hetzelfde beginsel als de ketenwisselaar en stroomafbreker, is ook de stroomwisselaar, fig. 4, gebouwd. In de gebogen buis

a kan, bij den stand A fig. 5, het kwik contact maken tusschen de in de gebogen buis uitmondende kwikbuizen bij d_1 en d_4, d_2 en d_3; in den stand C, contact tusschen die bij d_1 en d_2 en d_3 en d_4. In stand B is het contact verbroken. Het toestelletje is weder met kurk, fig. 4 k, op een plankje, p, gemonteerd, dat om de as x kan draaien, waarvoor slechts een lichte beweging van den vinger noodig is. Het buisje l, fig. 4, en afzonderlijk fig. 6, in den oorspronkelijken toestand, als de buisjes voor schoonmaken, luchtledig pompen en vullen nog niet zijn afgesmolten, afgebeeld, vormt de verbinding tusschen de verschillende takken van de buis a, en vormt daardoor boven de verschillende kwikspiegels een enkele samenhangende ruimte. Er is weder op gerekend, dat de weerstanden langs C_1, C_2 en C_3 C_4 ev. groot zijn als die langs C_1 C_3 en C_2 C_4 en ook hier is het verschil, dat mocht overblijven, standvastig en te meten.

De toestelletjes worden met de draadgeleiding in watten ingepakt in een groote doos, die verder tegen warmtestraling en geleiding zorgvuldig beschermd wordt, terwijl in het vertrek voor magnetische waarnemingen, waar zij zijn opgesteld, uit den aard der zaak gezorgd wordt voor een standvastige temperatuur.

13. *Galvanometer.* Bij de metingen werd een galvanometer van Braun (cat. 1894 n°. 371) gebruikt. Als ophangdraad dient een fraaie kwartsdraad. Ik dank dezen aan de bijzondere welwillendheid van prof. V. A. Julius, die op mijn verzoek dezen draad in de gewenschte afmetingen voor mij vervaardigde, en daarvan verscheidene draden van dezelfde afmeting als reserve toevoegde. Aan den galvanometer werd een gewijzigde ophangingsinrichting aangebracht, die in fig. 2 is afgebeeld en wel geen nadere toelichting behoeft. Om den draad te bevestigen, brengt men het door voor zulk werk geschikte statiefjes behoorlijk ondersteunde uiteinde er van, bij het eveneens in een statiefje gestelde cylindertje, schuift met eene naald den draad in het fijne groefje, dat in de richting der as op de platte zijde van het halve cylindertje is getrokken, legt er een stukje schellak op en verwarmt nu met een klein vlammetje het verwijderde einde van het cylindertje totdat de schellak smelt [1]). Aan het andere uiteinde wordt op dezelfde wijze een plat oogje, waarin eveneens een groefje is getrokken, aan-

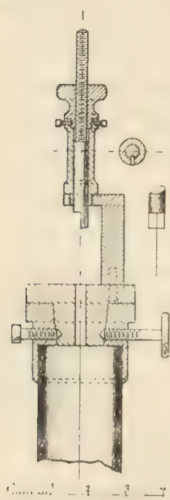
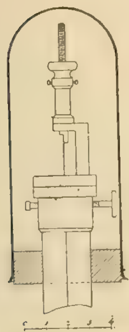


Fig. 2.

[1]) Verg. Boys, Phil. Mag. 37. 463. 1894.

gehecht, dat daartoe op een micaplaatje gelegd en aan de van den draad afgewende zijde met een kleine bout verwarmd. Nadat de schellak volkomen hard geworden is, kan men de klokmagneet er aan ophangen, het is niet voorgekomen dat de verbinding losgelaten heeft. De aanzienlijke en dikwijls onregelmatige veranderingen met vochtigheidstoestand en temperatuur, die bij ophanging aan cocondraadbundels voorkomen, zijn door het gebruik van den kwartsdraad uitgesloten.

De middenring van den galvanometer wordt gemakkelijk in den meridiaan gebracht met behulp van een tegen dien ring steunend spiegeltje en een magnetischen theodoliet. De galvanometer wordt voorzien van de draadrollen, in welke de windingen een weerstand van 3 Ohm hebben; de vier windingen worden daarbij twee aan twee naast en achter elkaar geplaatst [1]). Zij worden tegen den middenring gedrukt en voor het verkrijgen van een goede afsluiting zijn er caoutchoucbanden op bevestigd, terwijl in de openingen der rollen kurkjes gestoken zijn. Over den kop van den galvanometer wordt een glazen klokje bevestigd (zie fig. 3) met behulp van eene in tweeën gesneden kurk. Op deze wijze is de galvanometer geheel afgesloten, en stoornissen door stofjes, kleine spinnen enz., die anders op den duur te vreezen zijn, kunnen niet voorkomen. Het instrument wordt verder met de geleidingen in watten gepakt en eindelijk door een kartonnen kap beschermd, waarin enkel eene opening is aangebracht, die spiegelaflezing mogelijk maakt. Op deze wijze zijn de voorwaarden vervuld, waardoor, bij vaste opstelling, de galvanometer op den langen duur onveranderd gebruikt kan worden; eene eenmaal uitgevoerde calibratie omtrent de afhankelijkheid van de gevoeligheid van den afwijkingshoek langen tijd van waarde blijft, en toevallige storingen zijn uitgesloten.


Fig. 3.

Eene zeer vaste opstelling is verkregen door den galvanometer te plaatsen op een marmeren plaat met gips, op een waarnemingszuil bevestigd, die zelf ook weder door gips op den grooten pijler van de magnetische zaal onwrikbaar verbonden is. Op dezen pijler is ook de afleesinrichting, reeds in het Zittingsverslag van April '96 beschreven, opgesteld, die veroorlooft de afwijkingen van den galvanometer-spiegel met groote nauwkeurigheid op een glazen schaal van

---

[1]) De weekijzeren ringen zijn niet aangebracht. De galvanometer is dan wel niet aperiodisch, maar de verandering van nulpunt en gevoeligheid kan dan — ook in verband met de verandering van het aardmagnetisme — beter worden bestudeerd.

HARTMANN en BRAUN (door oplegging vergeleken met den standaardmeter) af te lezen.

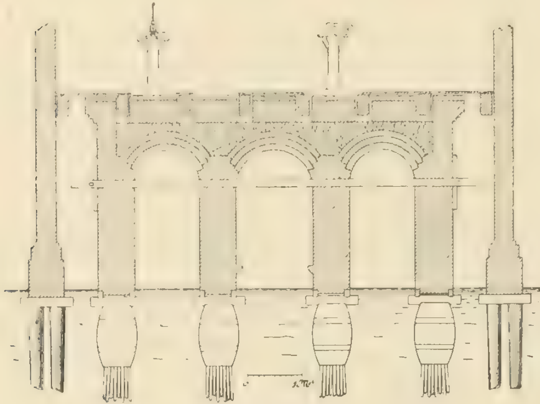


Fig. 4.

De groote pijler, fig. 4, bestaat uit een op drie rijen van tonnen met slieten opgetrokken steenklomp, die van boven zijdelings is uitgemetseld en in de geheele magnetische zaal, onder den gewonen vloer, een doorloopenden vloer van groote stabiliteit ten dienste van vaste opstellingen vormt. Op dezen vloer zijn, tusschen de balklaag van den gewonen vloer, de eigenlijke waarnemingspijlers opgetrokken. Galvanometer en schaal zijn dus opgesteld op eenzelfde onwrikbaar samenhangende steenmassa. De stabiliteit van het nulpunt is dan ook uitstekend.

14. *Vergelijkingselement* De gevoeligheid van den galvanometer kan door absolute metingen bepaald worden. Gewoonlijk echter dient tot het bepalen van de electromotorische kracht in absolute maat de vergelijking met een standaard element van CLARK (thans een van CLARK door FUESS). Om gedurende de temperatuursbepalingen de verandering van de gevoeligheid van den galvanometer te elimineeren, wordt een thermo-element nieuwzilverkoper gebruikt, dat geheel van dezelfde constructie is als het waarnemingselement en welks soldeerplaatsen in stoom en in ijs geplaatst zijn. Dat dit vergelijkingselement zelf in stoom en ijs kan worden gebracht en daarin zoo lang kan blijven als dit gewenscht wordt, levert hier vooral veel gemak op. De kookpuntstoestel, die hierbij dient (zie Pl. I fig. 2), is in § 8 beschreven. De verdampingssnelheid in den kookpuntstoestel wordt zooveel mogelijk standvastig gehouden, zoodat alleen eene correctie voor verandering van het kookpunt met den barometerstand behoeft te worden aangebracht, voor welke correctie men gebruik maakt van eene met dit vergelijkingselement verrichte calibratie. Het vergelijkingselement wordt van tijd tot tijd met het standaard-element van CLARK vergeleken. Mocht het door absolute metingen blijken, dat het thermoelement, wanneer dit steeds op dezelfde wijze behandeld wordt, steeds weder bij eenzelfde temperatuursverschil eenzelfde electro-motorische kracht levert, dan zou met de aangebrachte correctie de electromotorische kracht tot op $^1/_{10000}$ zeker kunnen zijn, en dit element zelf als grondslag voor de bepa-

ling van electro-motorische krachten kunnen dienen. Deze onveranderlijkheid is wel waarschijnlijk, maar ik heb haar nog niet buiten twijfel kunnen stellen

Bij de temperatuursbepalingen laat men op een uitslag van den galvanometer door het waarnemingselement, onmiddellijk eene afwijking door het vergelijkingselement volgen. Op Plaat I fig. 2 (Zittingsversl. Mei '96) is aangegeven, hoe daarbij van de kwikcommutatoren gebruik gemaakt wordt. Er zijn twee ketenwisselaars en een stroomwender in gebruik om achtereenvolgens den stroom van het waarnemingselement (*oa*, *gh* of *if*, *od*) en het vergelijkingselement (*ob*, *gf* of *ih*, *od*) in twee richtingen door den galvanometer te laten gaan. De metingen worden met een tweeden weerstand herhaald.

Verder worden door omleggen van den ketenwisselaar rechts (*oa*, *gh* of *if*, *oe*), bij de verbinding der draden zooals die op de teekening is aangegeven, de stroom van de beide elementen, achter elkander geplaatst, in twee richtingen door den galvanometer geleid. Wanneer men dan het contact der koperdraden bij *w* verwisselt, worden de beide elementen tegen elkander (*oa*, *gh* of *if*, *oe*) geplaatst, terwijl hetzelfde op onafhankelijke wijze bereikt kan worden door de roodkoperen contacten bij *v* te verwisselen (*oa*, *gh* en *if*, *oe*). Bij elk van deze metingen wordt weder achtereenvolgens van twee weerstanden gebruik gemaakt.

Bij kortsluiting van de aan de commutatoren bevestigde draadgeleiding op de plaatsen *v* en *w* kan men eindelijk controleeren of de commutatoren stroomloos zijn.

Hiermede zijn de gegevens voor verschillende onafhankelijke bepalingen van dezelfde thermo-electromotorische kracht, uitgedrukt in die van het vergelijkingselement tusschen 0° en 100°, verkregen. Door waarnemingen verricht, wanneer de soldeerplaatsen van het waarnemingselement op 0° en 100° gebracht zijn, is het mogelijk, de gemeten electromotorische kracht uit te drukken in die van het waarnemingselement bij 0° en 100°.

Eindelijk geeft de verwisseling van het waarnemingselement met het Clark-element aan C_1 en C_8 de gelegenheid om het vergelijkingselement in dit standaard-element uit te drukken, en dus, onafhankelijk van de onderstelling omtrent de onveranderlijkheid van het vergelijkingselement, verschillende waarnemingsreeksen met het waarnemingselement met elkaar te vergelijken.

De uitkomsten van deze metingen zullen in eene volgende mededeeling behandeld worden.

Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt aan eene mededeeling van Dr. J. VERSCHAFFELT over „*Metingen van capillaire stijghoogten van vloeibaar koolzuur in de nabijheid der critische temperatuur*", verricht in het Natuurkundig Laboratorium te Leiden.

In zijne thermodynamische theorie der capillariteit [1]) heeft VAN DER WAALS, op theoretische gronden, de waarde der oppervlakte-energie van eene vloeistof, in de nabijheid der critische temperatuur berekend. Hij komt tot de gevolgtrekking dat, op zeer korten afstand van die temperatuur althans, de oppervlakte-energie moet kunnen worden voorgesteld door de formule:

$$\sigma = A\,(1-m)^{\frac{3}{2}}$$

waarin A eene constante is, en m de gereduceerde temperatuur.

De uit de proeven van DE VRIES [2]) berekende waarden voor σ kunnen op bevredigende wijze worden voorgesteld door eene formule $\sigma = A\,(1-m)^B$, waarin B niet $= \frac{3}{2}$ maar gemiddeld 1,23 is, en langzaam toeneemt naarmate m dichter bij 1 komt.

Waarnemingen, door RAMSAY en SHIELDS [3]) met een vrij groot aantal vloeistoffen verricht, zijn met het oog daarop aan berekening onderworpen geworden [4]). Het is daarbij alweer gebleken dat B in geen enkel geval $= \frac{3}{2}$ is, doch eene nagenoeg constante waarde heeft: voor alle stoffen ongeveer dezelfde.

Bij vele stoffen echter, tot op 7° afstand van de critische temperatuur onderzocht, neemt de waarde van B toe en bereikt zelfs 1,37; dit schijnt dus wel op een naderen tot de theoretische grenswaarde 1,5 te wijzen. Daartegenover staat evenwel dat bij andere, tot zeer dicht bij het critisch punt, geene toename van B merkbaar is.

In eene vorige mededeeling [5]), waarin ik, tot op 10° afstand van de critische temperatuur, stijghoogten van vloeibaar koolzuur heb gegeven, heb ik voor B gevonden 1,311; dit is ook een hooge waarde.

---

[1]) Verhand. d. Koninkl. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam (Eerste Sectie), Deel I, N°. 8.

Zeitschr. f. physik. Chem., 13, 1894.

Arch. Néerl., 1894.

[2]) Metingen over den invloed der temperatuur etc., Proefschrift, Leiden, 1893.

[3]) Zeitschr. f. physik. Chem., 12, 1893.

[4]) Zie V. D. WAALS, loc. cit.

[5]) Versl. d. Koninkl. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam, 29 Juni 1895.

Het scheen bijgevolg niet onbelangrijk deze waarnemingen nog tot dichter bij de critische temperatuur voort te zetten, om te zien of die exponent wellicht nog zou toenemen.

Voor zulk een onderzoek scheen juist koolzuur de aangewezen stof te zijn, daar zijn critisch punt gemakkelijk te bereiken is, en de naburige temperaturen gemakkelijk constant kunnen gehouden worden. Ook werd reeds door DE VRIES [6]) op de wenschelijkheid van dit onderzoek gewezen.

Toestel. — De hierbij gebruikte toestel (Fig. 1) is in hoofdzaak dezelfde als die welke bij de vorige proeven werd gebruikt. Eenige wijzigingen moesten echter worden aangebracht wegens de hoogere waarnemingstemperatuur, en de groote veranderlijkheid van de hoogte van den vloeistofspiegel in de nabijheid van het critisch punt.

Om eene geschikte waarnemingstemperatuur te verkrijgen, werd gebruik gemaakt van een warm-waterbad. Daartoe werd het water uit de leiding gezonden door een koperen spiraal, gedompeld in een waterbad, dat op constante temperatuur werd gehouden; in die spiraal kreeg het stroomende water eene temperatuur, die op de gewenschte hoogte kon worden gebracht door te regelen de snelheid van de strooming of de temperatuur van het bad waarin de spiraal lag.

Het aldus verwarmde water kwam van boven in eene cylindrische ruimte tusschen twee glazen buizen, waarvan de binnenste, waarin de waarnemingsbuis geschoven was, met stilstaand water was gevuld. Het water in de binnenste buis werd op die manier langzaam verwarmd, en nadat het met het daarlangs stroomende warme water in evenwicht was gekomen, vereffende het daarvan de nog mogelijk bestaande kleine temperatuurschommelingen. Werkelijk bleek het langs dien weg mogelijk te zijn, zelfs tot boven de 30°, de waarnemingstemperatuur, op minder dan $^1/_{10}$ graad na, constant te houden. Ook was de temperatuur op alle hoogten in het bad dezelfde.

Ten einde den vloeistofspiegel steeds in het midden van de waarnemingsbuis te kunnen houden, werd deze van onderen open gelaten, en langs eene met kwik gevulde bus van CAILLETET met eene perspomp verbonden. Het kwik uit de bus werd opgeperst langs een nauwe manometerbuis, welke, met de nauwe manometerbuis aan het ondereinde van de waarnemingsbuis, door tusschenkomst van een stalen capillair en twee met lak vastgekitte koperen buisjes was vereenigd. De stalen capillair bestond uit twee stukken, verbonden door een stalen kraan, die de waarnemingsbuis afsloot, na het brengen van het vloeistofniveau op geschikte hoogte, en aldus een toe-

[1]) loc. cit. p. 44.

vallig lekken van kwikbus of perspomp onschadelijk maakte. Onder aan de waarnemingsbuis was nog een reservoir aangebracht, waarvan de inhoud zoo was gekozen, dat voor eene geschikte vloeistofmassa, bij alle temperaturen, de kwikspiegel steeds in die ruimte bleef.

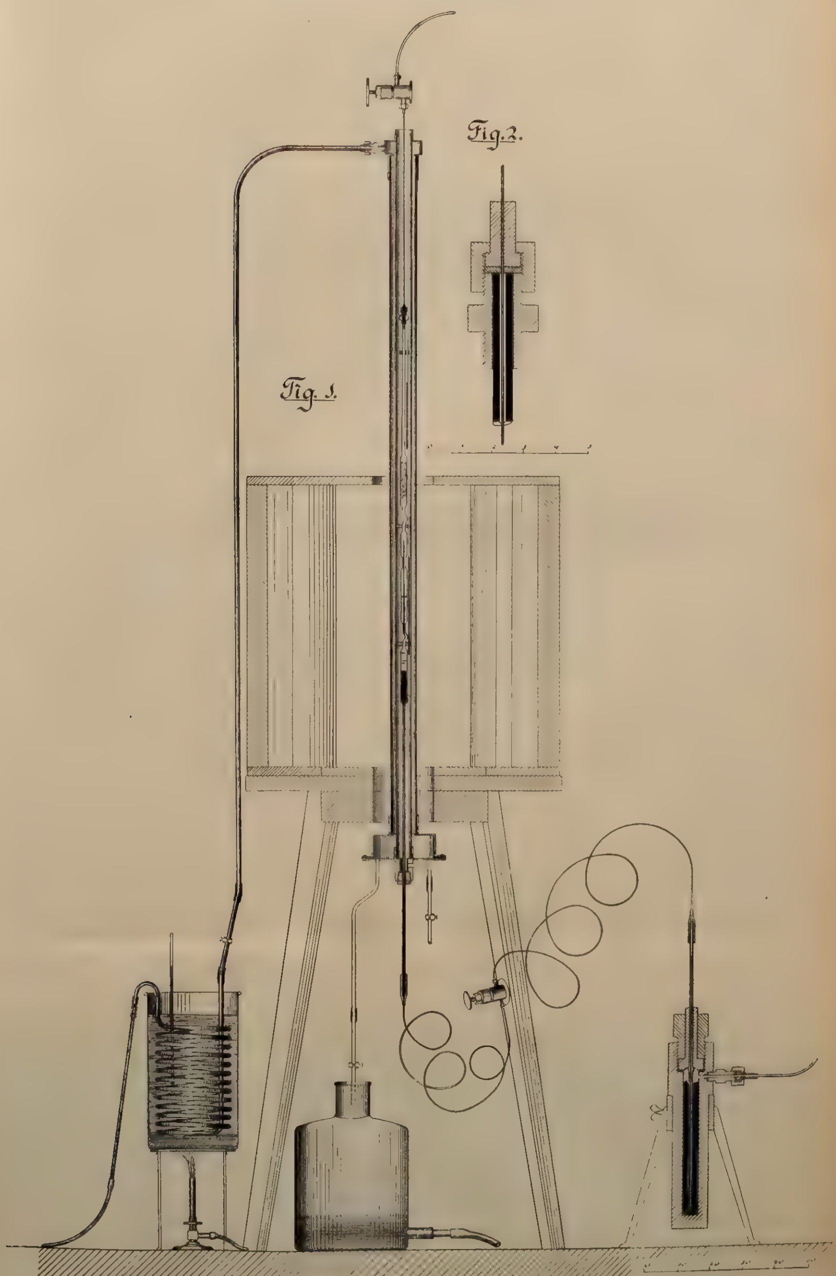
Eene moeielijkheid bestond nog in het verbinden van de waarnemingsbuis met de zuiveringsinrichting. Opdat de door afkoeling beneden kamertemperatuur in den toestel overgedistilleerde vloeistof bij opvoeren der temperatuur niet terug zou distilleeren, werd, onmiddellijk boven het waterbad, de toestel afgesloten door een koperen kraan, die alweer langs een stalen capillair met de glazen buis verbonden was. De koppeling van dien capillair met den toestel werd evenwel niet, zooals vroeger, door een met zwavel vastgekit koperen dopje tot stand gebracht: het koolzuur loste de zwavel op, wat bleek uit een geelworden van den kwikspiegel, en na korten tijd ontsnapten dampbelletjes tusschen glas en metaal. De verbinding had ik ten slotte zoo gemaakt (Fig. 2): aan het uiteinde van de glazen buis werd een koperen tapstukje vastgekit, en glas en metaal effen geslepen; op het zoo gevormde platte vlakje werd een lederen ringetje krachtig aangedrukt door het aanzetten van een moer met overpijpje, waarin de stalen capillair was gesoldeerd; dit lederen ringetje sloot het koolzuur tegelijk van buitenlucht en kitmiddel af.

Waarnemingen. — Bij de berekening van de oppervlakte energie uit de capillaire stijghoogten, wordt ondersteld dat de meniscus in de capillaire buis bolvormig is; zooals men weet is deze onderstelling slechts gerechtvaardigd, zoolang de stijghoogte minstens 20 maal zoo groot is als de straal. Bij de critische temperatuur is de stijghoogte nul; om dus zoo dicht mogelijk daarbij eene nog vertrouwbare waarde voor de capillaire energie te kunnen berekenen, heb ik uit een stel door Geissler geleverde capillaire buisjes het nauwste uitgekozen: de straal was 0,0441 mM.

Het zuivere koolzuur werd langs den vroeger beschreven weg verkregen. Met een eerste voorraad gezuiverd gas werden de volgende stijghoogten waargenomen:

$t =$ 12°,8	$h =$ 15,36 mM.	$d =$ 0,78 mM.
14°,5	13,92	0,74
16°,5	12,30	0,70
18°,7	10,50	0,64
21°,5	8,24	0,54
25°,3	5,18	0,42
27°,3	3,52	0,34
28°,9	2,20	0,24.

J. VERSCHAFFELT. Over metingen van capillaire stijghoogten van vloeibaar koolzuur in de nabijheid der critische temperatuur.



d stelt den pijl voor van den ringvormigen meniscus in de wijde buis; deze pijl zal bij het corrigeeren der stijghoogten in rekening worden gebracht.

Ten einde te onderzoeken in hoeverre deze stijghoogten vertrouwbaar zijn, werd opnieuw eene zekere hoeveelheid gas gezuiverd, en daarmede een tweede reeks waarnemingen gedaan.

$t =$ 15°,9	$h =$ 12,78 mM.	$d =$ 0,74 mM.
20°,3	9,22	0,60
22°,5	7,40	0,52
24°,7	5,68	0,48
26°,6	4,06	0,38
28°,4	2,60	0,28

Deze tweede reeks stemt met de eerste volkomen overeen. De waargenomen stijghoogten liggen bijna volkomen op eene rechte lijn welke de as der temperaturen bij 31°,6 snijdt. Bleef dus de stijghoogte bij klimmende temperatuur steeds lineair afnemen, dan zou het critisch punt, d. i. de temperatuur bij welke $h = 0$ is, 31°,6 zijn. Directe proeven gaven mij echter 31°,0 voor de temperatuur bij welke de vloeistofspiegel in het midden van de buis verdween. In de onmiddellijke nabijheid van die temperatuur moet de lijn der stijghoogten dus min of meer gekromd wezen naar de temperaturen-as toe [1]).

---

[1]) Dat deze twee reeksen van waarnemingen zoo goed overeenstemmen mag eigenlijk nog niet als een bewijs gelden van de volkomen zuiverheid van het gas. Immers de bewerking waardoor de zuivere vloeistof werd verkregen, is in beide gevallen dezelfde geweest; het kon dus niet anders of de twee monsters vloeibaar koolzuur moesten denzelfden graad van zuiverheid hebben, dus dezelfde stijghoogte vertoonen.

Dat echter het koolzuur zuiverder werd door de bewerking waaraan het werd onderworpen, bleek uit proeven die ik genomen heb met koolzuur dat ik rechtstreeksch uit de koolzuurbus heb overgedistilleerd. De stijghoogten waren aanzienlijk lager; maar ook hier gaven verschillende monsters volkomen overeenstemmende waarden:

$t =$ 13°,3	$h =$ 13,40 mM.
15°,9	11,60
17°,4	10,50
20°,3	8,48
22°,4	7,04
23°,2	6,44
26°,1	4,36
27°,5	3,40

Ook deze waarnemingen liggen op eene rechte lijn niet alleen echter zijn de or-

Ten einde vast te stellen waar ongeveer deze kromming merkbaar begint te worden heb ik in de onmiddellijke nabijheid van het critisch punt, eene derde reeks proeven trachten te nemen. Ik slaagde er in bij 29°,3 eene constante temperatuur te verkrijgen, en van daar uit liet ik ze heel langzaam stijgen (ongeveer 0°,1 in de 30 minuten).

$t =$ 29°,3	$h =$ 1,88	$d =$ 0,20
29°,7	1,48	0,16
30°,2	1,00	0,12
30°,4	0,74	0,10
30°,5	0,62	0,08
30°,6	0,52	0,06

Hoewel tot bij 30°,9 de beide menisci scherp waar te nemen waren werden boven de 30°,6 de bepalingen toch onmogelijk wegens de instabiliteit van den meniscus in den capillair; deze meniscus was aanhoudend in beweging, nu eens stijgende, dan weer eens dalende, ja daalde soms tot beneden den vloeistofspiegel.

Uit deze laatste reeks waarnemingen komt duidelijk eene kromming te voorschijn: de lijn der stijghoogten buigt zich van ± 29°,5 af werkelijk naar de temperaturenas toe.

Passen wij nu de correctie toe die reeds in de vorige mededeeling werd gebruikt:

$$h' = \left(h + \frac{r_1}{3}\right) \frac{\frac{2d}{(r_3-r_2)^2}}{\frac{1}{r_1} - \frac{2d}{(r_3-r_2)^2}} = \left(h + \frac{r_1}{3}\right) \frac{2d}{\frac{(r_3-r_2)^2}{r_1} - 2d}$$

dan wordt de werkelijke stijghoogte

$$H = h + h' + \frac{r_1}{3}$$

Voor r_3 werd gevonden 3,25 mM., en $r_2 = 0{,}280$ mM. Dus

---

dinaten van deze lijn kleiner, maar haar snijpunt met de temperaturenas ligt bij 32°,3 dus nog verder van de critische temperatuur. Het zuiveren van het gas heeft dus niet alleen ten gevolge dat de stijghoogten grooter worden, maar ook dat de rechte lijn waarop zij liggen hoe langer hoe meer het punt $h = 0$, $t = 31°{,}0$ nadert. Wellicht zou voor absoluut zuiver koolzuur de lijn door dit punt zelf gaan, en de stijghoogten dus tot aan het critisch punt toe lineair verloopen.

$t = 12°,8$	$h' = 0,120$ mM.	$H = 15,50$ mM.	H (ber) = 15,48 mM.
14°,5	0,104	14,04	14,08
15°,9	0,095	12,89	12,92
16°,5	0,086	12,40	12,43
18°,7	0,067	10,58	10,61
20°,3	0,055	9,29	9,29
21°,5	0,045	8,30	8,30
22°,5	0,039	7,46	7,48
24°,7	0,029	5,72	5,66
25°,3	0,023	5,22	5,17
26°,6	0,016	4,09	4,10
27°,3	0,013	3,55	3,52
28°,4	0,007	2,62	2,61
28°,9	0,006	2,22	2,20
29°,3		1,88	1,87
29°,7		1,48	1,54
30°,2		1,00	1,13
30°,4		0,74	0,96
30°,5		0,62	0,88
30°,6		0,52	0,79

Uit de vergelijking van kolom 4 met kolom 3 blijkt dat tot bij 30° de waarnemingen goed worden voorgesteld door de formule

$$H = 26{,}04 - 0{,}825\, t.$$

waaruit de 4e kolom werd berekend. Daar de temperaturen slechts op 0°,05 nauwkeurig werden afgelezen, zijn afwijkingen van die rechte lijn van het bedrag $\frac{0{,}825}{2}$ mogelijk; werkelijk wordt slechts een paar keer dit bedrag overtroffen, wat wel aan waarnemingsfouten mag toegeschreven worden.

Boven de 29° worden de correcties onzeker; daar zij echter zeer klein zijn en toch tot O naderen, heb ik daar $H = h$ gesteld. Het zou ook nog moeten uitgemaakt worden of hier niet eene correctie wegens samendrukking door de zwaartekracht in aanmerking komt.

Oppervlakte energie. — Deze wordt berekend uit de formule

$$\sigma = \frac{1}{2}\, g\, H\, (\varrho_v - \varrho_d)\, r_1.$$

De waarden van ϱ_v en ϱ_d zijn door AMAGAT [1]) tot op eenige tienden van graden afstand van de critische temperatuur bepaald geworden. Wel is waar is zijne critische temperatuur 31°,35, dus niet dezelfde als in mijne proeven waargenomen werd ; voor de berekening levert dit echter geen bezwaar op wanneer wij maar dichtheden en stijghoogten vergelijken die waargenomen zijn niet bij dezelfde temperatuur, maar op gelijken afstand van de waargenomen critische ; of, wat op hetzelfde neerkomt, die bij dezelfde *gereduceerde* temperatuur waargenomen zijn [2]).

CAILLETET en MATHIAS [3]) hebben voor de dichtheden van vloeistof en verzadigden damp parabolische formules opgesteld ; volgens deze formules moest men hebben

$$\varrho_v - \varrho_d = k\sqrt{1-m}.$$

Volgens VAN DER WAALS [4]) moet theoretisch, althans dicht bij de critische temperatuur, aan deze betrekking worden voldaan.

[1]) Journ. de Phys., 3e Sér., 1, pag. 297. 1892.

[2]) Stelt τ de afstand voor tot de critische temperatuur en is m de gereduceerde temperatuur dan is de betrekking tusschen τ en m

$$1-m = 1 - \frac{T}{T_k} = \frac{\tau}{T_k},$$

als T_k de absolute temperatuur is : 273°,3 + 31°,35 volgens AMAGAT, 273°,3 + 31°,0 in mijne proeven. De met een zelfde τ overeenkomende m is dus voor de $\rho_v - \rho_d$ en voor de H bijna volkomen dezelfde.

[3]) Journ. de Phys., 2e sér., 5, 1886.

[4]) *Thermodynamische theorie der capillariteit.* Eigenlijk bewijst VAN DER WAALS :

$$V_d - V_k = \alpha(1-m) + \beta\sqrt{1-m},$$
$$V_v - V_k = \alpha(1-m) - \beta\sqrt{1-m},$$

dus

$$V_d - V_v = 2\beta\sqrt{1-m};$$

maar daaruit volgt :

$$\rho_d = \frac{1}{V_k + \alpha(1-m) + \beta\sqrt{1-m}} = \rho_k - \alpha\rho^2_k(1-m) - \beta\rho^2_k\sqrt{1-m},$$

$$\rho_v = \frac{1}{V_k + \alpha(1-m) - \beta\sqrt{1-m}} = \rho_k - \alpha\rho^2_k(1-m) + \beta\rho^2_k\sqrt{1-m}.$$

dus

$$\rho_v - \rho_d = 2\beta\rho^2_k\sqrt{1-m}.$$

Om deze eerste theoretische uitkomst aan de waarnemingen te toetsen, heb ik uit de door AMAGAT opgegeven dichtheden het quotient $\frac{\Delta \log (\varrho_v - \varrho_d)}{\Delta \log (1 - m)}$ opgemaakt, dat dan volgens CAILLETET en MATHIAS constant en $= 0{,}5$ wezen moet, volgens VAN DER WAALS, althans in de onmiddellijke nabijheid van $m = 1$, diezelfde waarde moet hebben.

τ	$1-m$	$\varrho_v - \varrho_d$	$\frac{\Delta \log (\varrho_v-\varrho_d)}{\Delta \log (1-m)}$
$\tau = 0°{,}1$	$1-m = 0{,}00033$	$\varrho_v - \varrho_d = 0{,}075$	
			$= 0{,}521$
0°,35	0,00115	0,144	
			0,468
0°,85	0,00279	0,218	
			0,414
1°,35	0,0044	0,264	
			0,386
2°,35	0,0077	0,327	
			0,357
3°,35	0,0110	0,371	
			0,336
4°,35	0,0143	0,405	
			0,356
5°,35	0,0176	0,436	
			0,351
6°,35	0,0209	0,463	
			0,374
7°,35	0,0241	0,489	
			0,391
8°,35	0,0274	0,514	
			0,354
9°,35	0,0307	0,535	
			0,379
10°,35	0,0340	0,556	
			0,383
11°,35	0,0373	0,575	

Uit de 4de kolom blijkt al dadelijk dat de formules van CAILLETET en MATHIAS, voor koolzuur althans, de waarnemingen niet bevredigend kunnen voorstellen. Tot op 1° afstand van de critische temperatuur blijft de $\frac{d \log (\varrho_v - \varrho_d)}{d \log (1-m)}$ vrij constant en gemiddeld $= 0{,}367$, zoodat tot aan $\tau = 1°$ de waarnemingen zeer goed moeten kunnen worden voorgesteld door

$$\varrho_v - \varrho_d = A\,(1-m)^{0{,}367}$$

waarin A eene constante is.

Bij $\tau = \pm 1°$ begint, zooals de theorie van VAN DER WAALS het vereischt, een merkbaar stijgen van de $\frac{d \log (\varrho_v - \varrho_d)}{d \log (1-m)}$, en de laatste waarde 0,521 komt de theoretische zeer nabij.

Laten wij nu de oppervlakte energie berekenen; H werd hierin door graphische interpolatie uit mijne waarnemingen afgeleid.

$1-m$	H	σ	$\dfrac{\Delta \log \sigma}{\Delta \log (1-m)}$
$1-m=$ 0,00033	$H=$ 0,13 mM.	$\sigma=$ 0,0021	$=$ 1,512
0,00115	0,45	0,014	1,413
0,00279	1,04	0,049	1,248
0,0044	1,53	0,087	1,216
0,0077	2,42	0,171	1,187
0,0110	3,25	0,261	1,198
0,0143	4,07	0,357	1,242
0,0176	4,89	0,461	1,256
0,0209	5,71	0,572	1,291
0,0241	6,53	0,691	1,290
0,0274	7,35	0,817	1,318
0,0307	8,17	0,946	1,321
0,0340	8,99	1,082	1,341
0,0373	9,82	1,224	

Men ziet duidelijk dat tot aan $\tau = \pm 2°$ de $\dfrac{d \log (1-m)}{d \log \sigma}$ daalt, om daarna weer te stijgen. De laatste waarde 1,512 stemt alweer met de theoretische grenswaarde 1,5 overeen.

Critiek. — Als wij de bij dit onderzoek verkregen uitkomsten eene scherpe critiek laten ondergaan, komen wij tot de gevolgtrekking dat, op grond van onze berekeningen, de overeenstemming tusschen theorie en experiment eigenlijk niet is bewezen.

Beschouwen wij eerst de uitkomst, dat als waarde van $\dfrac{d \log (\varrho_v - \varrho_d)}{d \log (1-m)}$ het dichtst bij de critische temperatuur 0,521 werd gevonden, terwijl door VAN DER WAALS uit zijne toestandsvergelijking 0,5 werd berekend. Zij drukt uit dat de dichtheidskrommen in het critisch punt parabolisch eindigen, d. w. z. met de gemeenschappelijke raaklijn eene aanraking van de tweede orde hebben. Nu zijn de dichtheden, waarop onze berekening berust niet de door AMAGAT werkelijk waargenomene, maar uit de waarnemingen door hem graphisch afgeleide; en wel zoo dat op het oog, zoo dicht mogelijk bij de waargenomene punten, eene kromme lijn werd getrokken, die tevens de ordinaat van het critisch punt raakte. Nu heeft eene willekeurige kromme over 't algemeen met elke raaklijn eene aanraking van de tweede orde; zoodat de uitkomst, dat de grenswaarde van $\dfrac{d \log (\varrho_v - \varrho_d)}{d \log (1-m)}$ 0,5 zeer nabij is, al lag ze misschien reeds in

de waarnemingen opgesloten, daarin ook door de wijze van interpoleeren gelegd kan zijn.

Wat nu $\frac{d \log \sigma}{d \log (1-m)}$ betreft, ook hier was het a priori haast met zekerheid te zeggen, dat overeenkomst met de theorie zou gevonden worden. Immers, behoudens eene constante, is de σ samengesteld uit het produkt van H en $\varrho_v - \varrho_d$, zoodat

$$\frac{d \log \sigma}{d \log (1-m)} = \frac{d \log H}{d \log (1-m)} + \frac{d \log (\varrho_v - \varrho_d)}{d \log (1-m)}.$$

Wij hebben reeds gezien dat de grenswaarde van $\frac{d \log (\varrho_v - \varrho_d)}{d \log (1-m)}$ $= 0,5$ is. Wat $\frac{d \log H}{d \log (1-m)}$ betreft, naar de waarnemingen te oordeelen is het wel niet aan te nemen dat de H-kromme de temperaturenas anders dan onder een bepaalden hoek snijdt, dus in het critisch punt samenvalt met eene raaklijn, die wij door de vergelijking $y = a\ (1-m)$ kunnen voorstellen. Daar $\frac{d \log y}{d \log (1-m)} = 1$ is, moet ook $\frac{d \log H}{d \log (1-m)}$ in de onmiddellijke nabijheid der critische temperatuur $= 1$ zijn. Men *moest* dus 1,5 vinden als grenswaarde voor $\frac{d \log \sigma}{d \log (1-m)}$.

Deze verificatie zou bijgevolg slechts dan waarde hebben wanneer zij uitsluitend op waargenomen dichtheden berustte; die waargenomen dichtheden heb ik ongelukkigerwijze niet kunnen vinden.

Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt namens den Heer Dr. P. ZEEMAN, eene mededeeling aan: „*Metingen over den invloed eener magnetisatie, loodrecht op het invalsvlak op het door een ijzerspiegel teruggekaatste licht*,” verricht in het Natuurkundig laboratorium te Leiden.

1. Dr. C. H. WIND heeft in zijne verhandeling over het KERR-verschijnsel uit de theorie het zeer interessante en onverwachte resultaat afgeleid, dat ook een magnetisatie loodrecht op het invalsvlak invloed op het door een magnetischen spiegel teruggekaatste licht moet hebben. Die invloed bestaat echter alleen dan, wanneer het invallende licht loodrecht op het invalsvlak is gepolariseerd. Men kan het verschijnsel nu beschrijven door te zeggen dat in genoemd geval bij eene magnetisatie, die loodrecht op het invalsvlak staat, eene eveneens loodrecht op het invalsvlak gepolariseerde magne-

tische component ontstaat. De Hr. WIND heeft grootte en teeken der te verwachten werking berekend en aldus ook numeriek het nieuwe verschijnsel beschreven.

In het rapport over de verhandeling van den Hr. WIND wordt er op gewezen dat het wegblijven van het verschijnsel een diepgaande herziening van de theorie der magneto-optische verschijnselen noodzakelijk zou maken. Het was dus van bijzonder belang Dr. WIND's voorspelling op de proef te stellen. Ik heb met behulp van den compensator van BABINET dit gedaan. Uit de door den Hr. WIND mij welwillend verstrekte berekeningen (zijne verhandeling is nog niet afgedrukt) blijkt dat het verschijnsel zóó klein is, dat het gemakkelijk aan de waarneming ontsnappen kan.

Het bedrag der veranderingen in hersteld azimuth en phaseverschil is van de orde van grootte die de waarnemingsfouten hebben. Alleen met de uiterste zorg en uit lange waarnemingsreeksen kan men hopen iets te zien te krijgen.

Ik heb 2 volledige reeksen (Reeksen I en II) van metingen met den compensator van BABINET verricht. In beide reeksen zijn èn de verandering in phaseverschil èn die in hersteld azimuth bij omkeering der magnetisatie gemeten.

Bij deze metingen heb ik niet blootgestaan aan de bekende onbewuste verzoeking, om datgene te zien, wat men wenscht, (vooral nu het zulke kleine grootheden geldt, uiterst gevaarlijk). Ik heb toch, eerst nadat in beide reeksen teeken en bedrag van de veranderingen in phase en azimuth door mij waren vastgesteld, gezien uit mij toen door den Hr. WIND gezonden uitkomsten, dat het teeken en de orde van grootte der veranderingen in goede overeenstemming met de theorie zijn. De beide reeksen zijn, ook voor zoover eventueele verwachtingen betreft, onderling geheel onafhankelijk. De wijze van opstelling bij Reeks II verschilt voldoende van die bij Reeks I om het moeilijk te maken, te voren, zonder nadere overweging, de te verwachten uitkomst in te zien. Die overweging over de betrekking waarin de resultaten bij de Reeksen I en II moeten staan, werd na afsluiting er van, gehouden.

2. *Methode.* Zooals reeds gezegd werd, zijn de metingen verricht met den compensator van BABINET. Bij de waarnemingen hiermede werden de voorzorgen in acht genomen en de hulpmiddelen gebruikt, die bij verschillende gelegenheden [1]) zijn beschreven. De metingen

---

[1]) SISSINGH, Dissertatie. 1885.
〃 Archiv. Néerland. T. 20.
ZEEMAN, Archiv. Néerland. T. 27, p. 259. 1893.

zijn met gemiddeld D-licht verricht. Bij deze lichtsoort komen ongeveer 14.3 omwentelingen der compensatorschroef met een halve golflengte in phaseverschil overeen. De kop is verdeeld in 50 deelen. De spiegel (zie 3) was onder een invalshoek $i=75^0$ geplaatst. De polarisator werd in een azimuth van 45^0 geplaatst en wel op de 4 mogelijke wijzen. Bij ieder der 4×2 mogelijke analysatorstanden werden nu de waarnemingen verricht. Voor de bepaling van de verandering in het phaseverschil wordt nu als volgt te werk gegaan. De band in den compensator werd zoo donker mogelijk gemaakt door draaiing van den analysator. Afwisselend bij positieve en negatieve magnetisatie werd dan de band zoo nauwkeurig mogelijk tusschen de draadjes gebracht, terwijl de analysator in denzelfden stand bleef. Bij de bepaling der azimuthsverandering werd ook in de 8 standen van den analysator waargenomen, maar daarbij de compensator in onveranderden stand gelaten. Bij de opvolgende afwisselende magnetisaties werd dan door draaien van den analysator de band in den compensator in het midden zoo donker mogelijk gemaakt. Gewoonlijk wordt de analysatorstand afgelezen op den in graden verdeelden rand, die aan den analysator is aangebracht. Ik heb de nauwkeurigheid dier aflezing vergroot door de hoeken waarover de analysator gedraaid wordt met een spiegelaflezing met verticale schaal te bepalen.

3. *De spiegel.* Bij zijn onderzoek der æquatoriale reflexie heeft Dr. SISSINGH spiegels gebruikt, geslepen aan de buitenzij van ijzeren ringen. Eén dier ringen (sedert onder een klok met chloorcalcium bewaard) is nu door mij gebezigd. De spiegel is lang 28 mM. en in 't midden 2.8 mM. breed. De ring werd in een verticaal vlak geplaatst door bevestiging op een plankje, dat werd vastgeschroefd op de koperen plaat, die bij mijn onderzoek [1]) der polaire reflexie den magneet droeg. Daar die koperen plaat van een stelinrichting is voorzien, kon ook de spiegel nauwkeurig in den gewenschten stand worden gebracht.

4. *Inrichting der Waarnemingen.* Ten einde een duidelijk overzicht der metingen te geven, zal ik een volledige reeks instellingen bij één stand van den analysator laten volgen. Tegelijk kan dan daaruit de nauwkeurigheid der metingen worden nagegaan. Bij de bepaling der phaseverschillen werden bij één stand van den analysator telkens 12 instellingen verricht. Hieronder zijn de aflezingen op den kop van den compensator aangegeven. Positief is de magnetisatie genoemd als de krachtlijnen verticaal naar boven loopen.

[1]) ZEEMAN, l. c. p. 258.

Polarisator op 173.7, Analysator op 246.

Instellingen compensator (stand 45,..)

—	+ magnetisatie	verschil.
36	34	— 2 kopdeelen.
33	33	+ 0
33	30	— 3
34	32	— 2
39	34	— 5
36	34	— 2
35	35	— 0
35	37	+ 2
39	37	— 2
37	36	— 1
42	38	— 4
34	35	+ 1
		gemidd. — 1.5 (0,5)

Tusschen haken is de middelbare fout van het gemiddelde bijgevoegd.

Als voorbeeld van de waarnemingen over verandering in hersteld azimuth, kan het volgend tabelletje dienen. De getallen zijn de aflezingen op de verticale schaal; 1′ komt overeen met 1.4 schaaldeel.

Polarisator op 353.7, Analysator op 246.

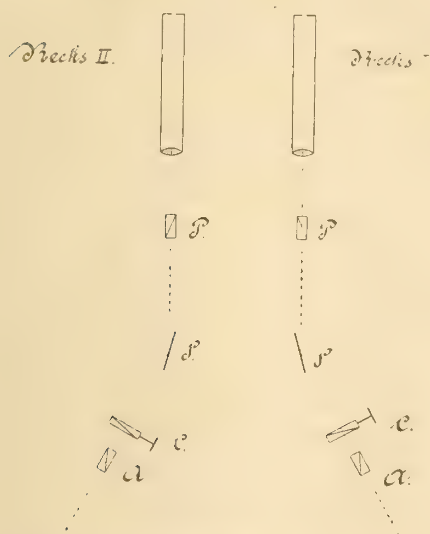
Instellingen analysator.

—	+ magnetisatie	verschil.
262	238	—24 schaaldeelen.
265	259	— 6
243	226	—17
201	193	— 8
241	185	—56
249	218	—31
250	195	—55
228	214	—14
218	204	—14
268	294	+26
269	204	—65
166	235	+69
		gemidd. —16 schaald. = 12′ (8′)

Ook hierbij is de middelbare fout tusschen haken gevoegd.

Uit de nu medegedeelde getallen volgt dat de middelbare fout van één bepaling met den analysator ongeveer 28′, van één bepaling met compensator ongeveer 1,8 kopdeelen [1]) bedraagt. De te verwachten veranderingen (bij omkeering der magnetisatie) zijn ongeveer 14′, resp. 2,6 kopdeelen, dus van de orde van grootte der instellingsfouten.

De stand van den compensator was bij beide reeksen die, waarbij het phaseverschil werd aangevuld.



5. *De beide waarnemingsreeksen.* De beide reeksen, die elkaar moesten controleeren (zie 1) onderscheiden zich van elkaar door de richting van de spiegelnormaal. Bij Reeks I was deze in het Z. W. kwadrant, bij Reeks II in 't Z. O. kwadrant gelegen. De bijgevoegde figuur geeft van boven gezien schematisch de dispositie der toestellen aan en behoeft wel geen nadere verklaring. Alleen zij opgemerkt dat P den polarisator, S den spiegel, C den compensator en A den analysator voorstelt.

6. *Uitkomsten van Reeks I.* Polarisator en analysator zijn van cirkels voorzien die in graden verdeeld zijn. Draaiingen die van uit den spiegel gezien geschieden in de richting der wijzers van een uurwerk geven nu lagere aflezingen op de verdeelde randen. Ik zal draaiingen in die richting negatief noemen. De magnetisatie is positief als de krachtlijnen verticaal naar boven loopen. Bij de polarisatoraflezingen 128.7 en 308.7 is het invallend licht evenwijdig aan, bij de aflezingen 38.7 en 218.7 loodrecht op het invalsvlak gepolariseerd. Het licht dat uit den polarisator treedt, wordt uitgebluscht, als deze de standen 128.7 en 308.7 heeft, bij analysatorstanden 93 en 273, terwijl aan de andere polarisatorstanden die van den analysator op 3 en 183 beantwoorden. Bij de proeven werd de polarisator in een azimuth van 45° geplaatst, dus in een der standen 83.7, 173, 263.7, 353,7.

Het phaseverschil door den compensator teweeggebracht was 0 als

---

[1]) Toevallig is deze waarde zeer laag, gemiddeld is de waarde 3.1 kopdeelen.

de index die aan de beweegbare plaat van den compensator is bevestigd op 38.78 stond, terwijl bij de standen 53.08 en 24.48 het phaseverschil + $^1/_2\ \lambda$ en — $^1/_2\ \lambda$ bedroeg. Bij de metingen stond de index ongeveer op 45,.. Draaiingen van den kop (in 50 deelen verdeeld) naar hoogere cijfers daarop, bewoog ook den index naar hoogere cijfers.

De uitkomsten der metingen over het hersteld azimuth zijn in onderstaande tabel opgenomen en de dubbele draaiingen in minuten aangegeven. Ieder getal is de uitkomst van een reeks van twaalf instellingen. Tusschen ( ) is de middelbare fout gevoegd. De invalshoek bedroeg 75°. De analysator stond ongeveer op een der cijfers achter A vermeld.

Stand I. Verandering in hersteld azimuth bij + magnetisatie.

Pol. 83.7	A. 120	+ 9′(5′)
	300	+ 2(5)
Pol. 173.7	A. 66	— 11(7)
	246	— 28(11)
Pol. 263.3	A. 300	+ 5(8)
	120	+ 15(6)
Pol. 353.7	A. 246	— 5(9)
	66	— 12(3)
		gemiddeld 10.9′

Bij + magnetisatie moest de compensator naar hoogere aflezingen gedraaid worden. Ik geef in dit geval het positieve teeken aan de veranderingen in phase (dubbele veranderingen) in kopdeelen uitgedrukt. De uitkomsten zijn in de volgende tabel samengevat. Ook is weer de middelbare fout van iedere reeks van 12 instellingen aangegeven.

Stand I. Verandering in phase bij + magnetisatie.

P. 83.7	A. 300	+ 4.4(1.0)
	120	+ 0.9(1.5)
P. 173.7	A 66	+ 0.4(1.1)
	246	+ 1.7(1.3)
P. 263.7	A. 300	+ 2.5(0.5)
	120	+ 1.1(0.7)
P. 353.7	A. 246	+ 1.1(0.5)
	66	— 0.2(1.0)

Uit deze 2 tabellen volgt: bij + magnetisatie wordt het hersteld azimuth vergroot, het phaseverschil verkleind.

7. *Uitkomsten van Reeks II.* De resultaten der metingen in stand II heb ik in de volgende tabellen bijeengebracht.

Stand II. Verandering in hersteld azimuth bij + magnetisatie.

P. 83.7	A. 120	— 14′ (9′)
	300	— 7 (7)
P. 173.7	A. 66	+ 20 (10)
	246	+ 1 (6)
P. 263.7	A. 300	— 12(6)
	120	— 10(10)
P. 353.7	A. 246	+ 12(8)
	66	+ 16(8)
		gemiddeld 11.2′

Stand II. Verandering in phase bij + magnetisatie.

P. 83.7	A. 120	— 0 3 (1.0)
	300	+ 0.5 (0.5)
P. 173.7	A. 246	— 1.5 (0.5)
	66	+ 0.8 (0.6)
P. 263.7	A. 300	+ 0.6 (0.5)
	120	— 1.8 (0.7)
P. 353.7	A. 66	— 3.4 (0.8)
	246	— 1.8 (0.8)
	gemiddeld	— 0.8

Hieruit volgt nu: In Reeks II wordt bij + magnetisatie het hersteld azimuth verkleind, het phaseverschil vergroot.

8. *Overeenstemming der Reeksen I en II.* Wanneer er een verschijnsel bestaat dat bij Reeks I aanleiding geeft tot hetgeen daar is waargenomen, moet dit bij Reeks II zich openbaren op de wijze die in (7) vermeld is. Wordt in het eerste geval, door een positieve magnetisatie, het hersteld azimuth vergroot, dan moet het in het tweede verkleind worden. Prof. LORENTZ heeft de vriendelijkheid gehad mij er op te wijzen, hoe dit door toepassing van het theorema der wederkeerigheid het gemakkelijkst wordt ingezien.

9. *Nauwkeurigheid der waarnemingen.* Ten slotte blijft nog de vraag welke waarde moet aan de uitkomsten der beide reeksen worden toegekend, m. a. w. hoe groot is de middelbare fout van de

einduitkomst? Dr. E. F. VAN DE SANDE BAKHUIJZEN is zoo welwillend geweest mij aan te geven op welke wijze in dit geval het best de berekening kon geschieden. Uit (8) volgt op welke wijze de 2 reeksen gecombineerd mogen worden. Wordt dit in aanmerking genomen, dan vindt men in Reeks II voor de vermindering (dubbele) in phase + 1.14 kopdeelen met een middelbare fout van 0.38 kopdeelen. Voor de vergrooting (dubbele) van het hersteld azimuth wordt als einduitkomst verkregen 11.2′ met een middelbare fout van 1.9′ [1]). (De middelbare fout is hier afgeleid uit de mate van overeenstemming der 16 afzonderlijke uitkomsten).

10. *Resultaat.* De Hr. WIND vindt uit de theorie:

Invalshoek.	*Magnetisatie.*	*Phaseverschil.* Vergrooting.	*Hersteld azimuth.* Verkleining.
75°	+ 1400 C. G. S.	$0.004 \times \frac{\lambda}{4} = 1.4$	
71°	+ 1400 C. G. S.		8.5′

Neemt men in aanmerking dat bij mijne proeven de magnetisatie ruim 1100 C. G. S. bedroeg en let men op de bekende uitkomst, dat een werkelijke fout gelijk een paar malen de middelbare fout volstrekt niet zoo onwaarschijnlijk is als de waarschijnlijkheidsrekening aangeeft dan komt men tot het resultaat: De waarnemingen voeren tot de slotsom dat er een verandering in hersteld azimuth en in phase optreedt, overeenkomende, voorzoover de nauwkeurigheid der waarnemingen toelaat dit te beslissen, met het door den Hr. WIND voorspelde ontstaan van een loodrecht op het invalsvlak gepolariseerden magnetischen component.

Het verschijnsel is hiermede, qualitatief althans, voldoende bevestigd. Er bestaat dus in dit opzicht geen grond om de theorie over het verschijnsel van KERR op een geheel nieuwen grondslag op te bouwen.

Physiologie. — De Heer ENGELMANN deelt de uitkomst mede van *„onderzoekingen omtrent den oorsprong der normale hartsbeweging en de physiologische eigenschappen der groote hartsaderen".*

Onderzoekingen van den nieuweren tijd hebben bewezen, dat de normale kamersystolen uitgelokt worden door prikkels, welke perio-

---

[1]) Door SISSINGH werd voor de nauwkeurigheid der phasebepalingen opgegeven $0.005 \frac{\lambda}{4} = 1.8$ kopdeelen en voor die der bepaling van het hersteld azimuth 0.1°. Sedert zijn onderzoek is het dus gelukt de nauwkeurigheid der waarnemingen met den toestel hooger op te voeren.

dick, isorhythmisch met de kamersystolen, van de atria komen, en dat evenzoo de normale voorkamercontracties door periodiek, isorhythmisch met de atriumsystolen, van de ostia venosa komende irritaties worden opgewekt.

Een der meest afdoende bewijzen hiervoor wordt geleverd door het door MAREY ontdekte verschijnsel der „compensatorische" pauze na een kunstmatig opgewekte „extrasystole". Dit verschijnsel, ten onrechte door DASTRE en KAISER als een uiting van den invloed der intracardiale zenuwcentra beschouwd, vindt zijne volledige verklaring in de door BOWDITCH en MAREY ontdekte eigenschap der hartspiervezelen, om door de systole tijdelijk van hare prikkelbaarheid te worden beroofd, en in den verlammenden invloed dien volgens de tijdmetende proeven van spr. (Versl. Afd. Natuurk. D. IV, 30 Nov. 1895) de contractiegolf op het physiologisch geleidingsvermogen der spiervezelen van het hart uitoefent. Wanneer men de geïsoleerde rustende kamerpunt van het kikvorschhart in regelmatige intervallen van zoodanigen duur prikkelt, dat elke prikkel door een systole wordt beantwoordt, dan wordt bij inlasschen van een „extrasystole" de compensatorische pauze evenzeer waargenomen als bij de normaal kloppende kamer na een ingelaschte extrasystole. Brengt men daarentegen de kamer door aanhoudende of uiterst snel elkander opvolgende prikkels (inductieslagen b. v.) in periodieke klopping, dan ontbreekt na een extrasystole de compensatorische pauze: de eerstvolgende contractie komt terstond zoodra prikkelbaarheid en geleidend vermogen, door de extrasystole tijdelijk verzwakt, weder teruggekeerd zijn, d. i., bij constante sterkte van de aanhoudende prikkeling, na een tijd, gelijk aan dien der intervallen tusschen de systolen vóór en ook verder na de extrasystole.

In die „methode der extrasystolen" is, naar spr. opmerkt, een algemeen hulpmiddel gelegen, om na te gaan, of het onzichtbare prikkelingsproces, waardoor een periodieke spierbeweging wordt uitgelokt, continueel (resp. uiterst snel intermitteerend) of periodiek plaats heeft. Spr. heeft van die methode gebruik gemaakt, om te beslissen of de normale hartsprikkels, die, naar bekend, van de veneuse ostia der voorkamers komen, continu of periodiek, en wel met de systolen isorhythmisch worden voortgebracht. Te dien einde heeft hij bij den kikvorsch de bewegingen der venae cavae inferior, superior dextra en sinistra, en der venae pulmonales — afzonderlijk en in verband met sinus en andere deelen van 't hart — met behulp der *suspensie-methode* geregistreerd op het pantokymographion, dat tevens automatisch voor de electrische prikkeling op de gewenschte tijden en in den gewenschten vorm (enkele sluitings- of openings-

inductie-slagen, tetanisatie enz.) zorgde. Het registreeren levert, wanneer men maar van lange en zeer lichte hefboompjes gebruik maakt, weinig moeielijkheden op. Men verkrijgt gemakkelijk, zelfs bij de kleine Rana temporaria, van de geïsoleerde holle aderen uitslagen der schrijvende punt van 10 en meer millimeters hoogte, voldoende dus om zeer nauwkeurige graphische tijdsbepalingen te verrichten. De *manometrische* methode, door spr. vroeger op den bulbus arteriosus van het kikvorschhart en later door R. TIGERSTEDT op den sinus venosus toegepast, heeft hij, wegens hare geringere gevoeligheid en de veel grootere technische bezwaren niet aangewend. Hetgeen volgens die methode in het grondig onderzoek van den sinus door TIGERSTEDT kon geconstateerd worden, schijnt te bewijzen dat de sinus venosus zich in hoofdzaak spontaan en tegenover prikkels gedraagd als de venae cavae.

De uitkomsten, door spr. verkregen, zijn in hoofdzaak de volgende. Elk der groote hartsaderen pleegt zich, meestal reeds terstond na afknippen van sinus resp. atria, regelmatig periodiek samen te trekken. Die bewegingen kunnen ook aan de geïsoleerde aderen of aan stukjes ervan vele uren tot eenige dagen lang met de grootste regelmatigheid aanhouden. De frequentie, na het afknippen dikwijls — toch lang niet altijd — gering, wordt in den regel, zoo zij dit niet reeds dadelijk is, zeer groot: gelijk aan of grooter dan die van het hart vóór de preparatie (tot 70 en 80 in de minuut bij 20—25° C., bij nog hoogere temperaturen zelfs tot 120 en meer).

De physiologische eigenschappen van het spierweefsel komen in beginsel met die der andere spieren van het hart overeen. De *vorm* der contractie is die van een enkelvoudige systole; de *duur* is korter dan die der systole van atrium en kamer, (het stadium van latente energie in de norm, bij matige belasting en 15—25° C., meestal omstreeks 0.1″, ook minder, dat der stijgende energie 0 1 — 0.2″, dat der dalende niet meer)

Elke contractie is maximaal. Klimmen der contractiegrootte met klimmende sterkte van den electrischen prikkel, bij afstervende of beleedigde preparaten soms waar te nemen, berust ongetwijfeld op uitbreiding van den directen prikkel op een grooter aantal van spiercellen bij opgeheven of verminderd physiologisch geleidingsvermogen. Er bestaat een *refractair* stadium, dat bij niet zeer sterke prikkels tot in de pauze, nooit korter dan de systole (stijgende energie) duurt. Het geleidingsvermogen is in de norm vrij groot, wegens de geringe lengte der beschikbare preparaten echter niet nauwkeurig te meten; in latere perioden van het afsterven daalt het tot eenige millimeters en minder in de secunde. Men ziet dan soms

de spontane bewegingen duidelijk van de meest van het hart verwijderde gedeeltes (b. v. van de verdeelingsplaats der v. cava sup. sinistra in v. jugularis en subclavia) uitgaan. *Door iedere contractiegolf wordt het geleidingsvermogen tijdelijk opgeheven.* De vertragende invloed der systole op de snelheid van de motorische geleiding is, althans bij zeer gevorderd afsterven, zeer duidelijk en nog na 1 of meer secunden merkbaar.

Tegenover alle deze punten van principieele overeenkomt met de overige hartspieren staat een fundamenteel verschil: *het verschijnsel der compensatorische pauze ontbreekt.* Evenmin worden compensatorische pauzen van atrium en ventrikel waargenomen, wanneer ze van een der groote venae uit tot een extrasystole worden gebracht. De duur der pauze, op een extrasystole volgende, is bij niet te sterke prikkels in 't algemeen gelijk aan die der voorafgaande en der volgende perioden. Dikwijls echter bestaan er verschillen: de eerste en dikwijls ook meerdere, op de extrasystole volgende perioden zijn verlengd of verkort; ook wordt niet zelden eerst verlenging, daarna verkorting of ook wel het omgekeerde waargenomen. *Nooït echter is de pauze werkelijk compensatorisch*, d. i. precies zooveel te lang als de spontane periode waarin de extrasystole viel, te kort was.

Door deze wijzigingen in de frequentie der aderperioden wordt ook de duur der perioden vau voorkamers en kamer gewijzigd, waarbij nog nieuwe complicaties door de verschillende physiologische eigenschappen der spieren van en het ingrijpen van zenuwen op de verschillende afdeelingen van het hart kunnen ontstaan. *Aan de ostia venosa wordt dus aanhoudend, niet periodiek, niet isorhytmisch met de systolen der ostia, irritatie-oorzaak geproduceerd.*

De organen waarin die automatische prikkels zich ontwikkelen, kunnen niet gangliencellen zijn. In vele stukjes der holle aderen (v. cavae superiores vooral), die na het uitsnijden nog uren lang regelmatig hadden geklopt, heeft spr. bij het meest nauwgezet onderzoek geen gangliencellen kunnen vinden, slechts spiervezelen: netsgewijs vereenigde bundels van langwerpige dwarsgestreepte vezelcellen van den typus der hartspiercellen. Zij strekken zich, met allengs wijder wordende mazen en afnemende dikte tot op grooten afstand van het hart uit, in de v. cavae superiores b.v. tot aan of voorbij de verdeeling in v. jugularis en subclavia. Bij de geringe dimensies, vooral de zeer geringe dikte der wanden van de genoemde holle aderen, die een onderzoek in toto met sterke vergrootingen zeer gemakkelijk maakt, heeft het *niet* vinden van gangliencellen de waarde van een positief bewijs voor de afwezigheid van zenuwcentra. Zij zouden niet kunnen worden voorbijgezien als ze er waren.

Spr. komt dus tot de conclusie, dat voor het hart hetzelfde geldt, als door hem voor den ureter in 1869 werd bewezen. Voor het hart werd vermoed en in 1882 voor den bulbus arteriosus aangetoond: dat de oorzaak der normale bewegingen moet gezocht worden in een *automatische prikkelbaarheid der spiervezelen*; de automatisch opgewekte contractie plant zich dan door spiergeleiding, door het geheele orgaan voort. Noch voor het ontstaan, noch voor de voortgeleiding der systolische golf is dus de medewerking van zenuwen een vereischte: *de normale hartsbeweging is in haar geheel van zuiver myogenen, niet van neurogenen aard.* Spr.'s uitkomsten leveren nieuwe argumenten voor deze stelling, die vooral in W. H. GASKELL sedert 1882 een krachtigen voorstander gevonden heeft en door onderzoekingen over de embryonale hartsbeweging (G. FANO e. a.), over de ontogenese der hartsganglia (W. HIS JR. en ROMBERG), en door vergelijkend physiologische arbeiden (M. FOSTER, W. H. GASKELL, MAC WILLIAM, e. a.) allengs meer en meer steun heeft verkregen.

Men heeft zich volgens spr. voor te stellen, dat alle of toch de meeste spiercellen der groote aderen aanhoudend, of, hetgeen meer waarschijnlijk, periodiek automatisch prikkels produceeren, ongeveer als trilhaarcellen in een trilhaar-epithelium, waarvan de peristaltiek in vele gevallen (zwemplaatjes van Ctenophoren, raderorganen der Rotatoria, kieuwen der Bivalven e. a.) met de peristaltiek van ureter en hart veel overeenkomst vertoont.

Zoodra in één der spiercellen van de ostia venosa het automatisch prikkelingsproces een zoodanige hoogte bereikt heeft, dat er een contractie uitgelokt wordt en deze zich op de naburige cellen kan voortplanten, ontstaat er een contractiegolf, die zich met groote snelheid over alle cellen van aderen en sinus, en verder op de bekende wijze over atria en ventrikel voortplant. Door die golf worden alle, ook de automatisch werkende spiervezelen der aderen, tijdelijk van prikkelbaarheid en geleidingsvermogen beroofd; er moet dus eerst eenige tijd voorbijgaan, voor ergens eene nieuwe contractie kan ontstaan en uitgangspunt kan worden van een nieuwe hartsrevolutie. Daarbij is het niet noodig, dat steeds dezelfde spiercel het uitgangspunt vormt. Die cel, waarin de automatische prikkeling het eerst een werkzaame hoogte bereikt en in de nabijheid waarvan het geleidingsvermogen het eerst voldoende hersteld is, zal het uitgangspunt worden. Het enorm groot aantal van automatisch en met groote frequentie arbeidende spiercellen aan de ostia venosa moet als een voor de instandhouding der regelmatige hartswerking hoogst doelmatige inrichting beschouwd worden. De omstandigheid, dat volgens spr.'s

voorstelling de contractiegolf dan eens van de eene, dan eens van een andere, en daarbij dan eens van een dichter, dan eens wederom van een verder af van de atria gelegen plaats zal kunnen uitgaan, ligt geen gevaar voor den bloedstroom. Bij de zeer groote snelheid waarmede de prikkel zich onder normale voorwaarden door alle aderen voortplant, zullen ze zich steeds op alle plaatsen zoo goed als gelijktijdig samentrekken. Het bloed zal ook bij een antiperistaltisch verloop der contractie in een ader geen tijd hebben, om merkbaar achteruit te worden gedreven, te minder als de slapheid der wanden in alle venae zeer groot is.

Uit de voorstelling van spreker volgt verder, dat wijzigingen in de frequentie der primaire, van de automatische spiercellen uitgaande motorische impulsen (en daarmede indirect van de hartsfrequentie in 't algemeen) moeten kunnen ontstaan op tweederlei wijze:

1^{0}. door wijzigingen in de snelheid waarmede en de hoogte waartoe de automatische prikkels zich in de spiercellen der aderen ontwikkelen.

2^{0}. door wijzigingen van de snelheid, waarmede en de hoogte waartoe prikkelbaarheid en geleidingsvermogen na iedere systole in de automatisch werkzame cellen terugkeeren.

Beide soorten van wijzigingen schijnen in den regel gelijktijdig in dezelfde richting, positief of negatief, plaats te hebben, maar zijn toch binnen zekere grenzen onafhankelijk van elkander, evenals ook contractiliteit en geleidingsvermogen. Prikkelbaarheid en geleidingsvermogen aan de ostia venosa kunnen b.v. onder omstandigheden reeds lang genoegzaam hersteld zijn, om bij kunstmatige prikkeling een normalen contractiegolf te doen uitgaan, maar aan zich zelve overgelaten blijft alles in rust. Hier ontbraken dus de automatische prikkels of waren ze althans niet krachtig genoeg.

Veranderingen in de polsfrequentie der ostia venosa (*chronotrope* effecten volgens de door spr. kortheidshalve voorgestelde terminologie, zie onderz. physiol. labor. Utrecht, IV, 1. 1896 blz. 91) kunnen zoowel door zenuwinvloed (vagus, sympathicus) worden voortgebracht, als ook door directe inwerking van electrische prikkels, warmte, chemische en mechanische agentia, en door de contractie zelve. Men kan ook na sterke intoxicatie met atropine of curare bij volkomen geïsoleerde venae cavae of venae pulmonales door een enkelen inductieslag belangrijke versnellingen of vertragingen of combinaties en alterneeren van positief en negatief chronotrope effecten verkrijgen. Soms wordt een dergelijk effect alleen dan waargenomen wanneer er door den prikkel een extrasystole werd uitgelokt, in andere gevallen (vooral bij sterke priikkeling) ook dan

wanneer de kunstmatige prikkel in het refractaire stadium der vena viel.

Op dezelfde wijze kunnen ook voorbijgaande veranderingen in de *kracht en de grootte* der contractie (*inotrope* effecten l. c.) der venae worden voortgebracht. Spr. heeft tot dusverre echter na electrische prikkeling alleen *negatief* inotrope met zekerheid bij de venae kunnen constateeren. *Dromotrope* effecten, d. z. wijzigingen van het geleidend vermogen, heeft spr. tot dusverre tengevolge van directe electrische of van zenuwprikkeling, *onafhankelijk van een daardoor opgewekte systole*, niet met zekerheid bij de hartsaderen kunnen constateeren. De systole heeft evenals in de andere hartafdeelingen steeds een negatief dromotrope uitwerking, die soms door een positief dromotrope schijnt te kunnen worden gevolgd.

De polsfrequentie der distaalwaarts van de automatisch kloppende venae gelegen afdeelingen van het hart (sinus, atrium, ventrikel, bulbus arteriosus) is in de norm in 't algemeen dezelfde als die der venae, aangezien na iedere hartsrevolutie prikkelbaarheid en geleidingsvermogen op alle plaatsen spoedig genoeg terugkeeren. Onder abnorme omstandigheden (*vagusprikkeling*, afsterven, locale beleedigingen) kan echter de geleiding tusschen ostia venosa en het distale einde van het hart verbroken of bemoeilijkt zijn (negatief *dromotroop* effect). Vooral aan de grenzen tusschen venae (resp. sinus) en atria, tusschen atria en kamer en tusschen kamer en bulbus arteriosus, waar het geleidingsvermogen reeds in de norm minder groot is en zich ook langzamer na de systole herstelt, kan het gemakkelijk tot een *verbreken der geleiding* komen. Hierop heeft GASKELL reeds met bijzonderen nadruk gewezen en daarin terecht een der oorzaken van den stilstand der kamer bij vagusprikkeling gezocht. Volgens spr. ligt hierin tevens de verklaring van het interessante, door C. LUDWIG met BAXT gevonden feit, dat bij gelijktijdige vagus- en acceleratorprikkeling steeds de volle vaguswerking aanvankelijk voor den dag komt, na het ophouden der prikkeling echter die van den accelerator. Spr. stelt zich voor, dat de accelerator de automatische spieren aan de ostia venosa sneller doet kloppen, de vagusvezelen echter de geleiding tusschen die ostia ergens, b.v. aan de grens van atria en kamers of van sinus en atria blokkeeren. Aangezien volgens LUDWIG de positief chronotrope werking der acceleratorvezelen zich langzamer ontwikkelt dan de stremmende werking van den vagus, en na ophouden der prikkeling langer dan de laatste aanhoudt, zoude bij voorbijgaande, gelijktijdige prikkeling van vagus en accelerator het door LUDWIG en BAXT ontdekte verschijnsel moeten plaatsgrijpen. Is deze interpretatie juist, dan zal echter de duur van elk der perioden,

waarin de kamer gedurende de proef klopt, *in 't algemeen een enkelvoudig veelvoud moeten zijn van die der perioden van de ostia* (eventueel ook van het atrium). Want de kamercontracties worden steeds van de voorkamer uit, en die der voorkamers van de veneuse ostia uit periodiek opgewekt. Slechts bij een zeer lang aanhoudenden blok zoude het misschien tot ontwikkeling van automatische prikkels in de kamer, resp. in het atrium kunnen komen. De juistheid van die interpretatie zal door nauwkeurige tijdmetende proeven, met gelijktijdig registreeren van de bewegingen van kamer resp. atria en venae kunnen worden uitgemaakt. De proeven van LUDWIG en BAXT, die alleen de kamerbewegingen (manometrisch) registreerden, geven hieromtrent geen inlichting. Men zal van de suspensiemethode gebruik dienen te maken.

Eveneens acht spr. het voor waarschijnlijk, dat het verschijnsel van LUCIANI (groepen van contracties, door langere intervallen gescheiden) vooral op negatief dromotropische invloeden berust. Ook hieromtrent zullen nauwkeurige tijdsbepalingen, in verband met de methode der extrasystolen zekerheid kunnen verschaffen.

Verschillen tusschen de polsfrequentie van de ostia venosa en die van meer distaalwaarts gelegen afdeelingen van het hart kunnen verder, zooals tevens GASKELL het eerst duidelijk deed uitkomen, door opheffing der *contractiliteit* van een dier afdeelingen ontstaan. De contracties van de atria althans kunnen door vagusprikkeling, volgens de ontdekking van NUEL, en ook door directe electrische prikkeling der voorkamers, volkomen onderdrukt worden. De hierdoor voortgebrachte verlenging der periodenduur van de atria (vermindering der polsfrequentie) blijkt wederom steeds aan de wet der enkelvoudige veelvouden te gehoorzamen : de eerste merkbare voorkamercontractie begint steeds op het oogenblik waarop ook zonder voorafgaan van atriumstilstand een atriumsystole zoude zijn ingevallen, nl. onmiddellijk na een voorafgaande contractie der ostia venosa, niet vroeger en niet later. Spr. heeft hieromtrent een groot aantal tijdmetende proeven gedaan en enkelen er van vroeger gepubliceerd.

Bij volkomen verlamming der atria behoeft de geleiding van den sinus naar de kamer niet opgeheven te zijn. Dit feit, door J. A. MC WILLIAM in 1885 bij den aal gevonden en uit den eigenaardigen anatomischen bouw verklaard, werd door spr. eenige jaren geleden ook bij Rana geconstateerd bij reflectorische en directe vagusprikkeling en bij harten, waar door inwerking van water op de atria de contractiliteit van deze geheel was opgeheven. Ook hierbij bleek de duur der perioden van de kamer steeds gelijk aan of een enkelvoudig veelvoud van die der ostia venosa te zijn.

Bij afstervende kikvorschharten neemt men niet zelden waar, dat na ophouden der kloppingen van den ventrikel iedere systole, of elke tweede of derde enz. systole van het atrium nog door een systole van den bulbus arteriosus wordt gevolgd, een verschijnsel, voor vele jaren door J. MUNK reeds beschreven. Hier zijn volgens spr. de spierbruggen, die aan de basis van den ventrikel de voorkamerspieren met den bulbus verbinden, nog geleidend met elkander verbonden, terwijl de geleiding naar de overige spiermassa der kamer, die trouwens gemakkelijker afsterft dan de bulbus, op hetzelfde tijdstip niet meer mogelijk is.

Physiologie. — De Secretaris biedt namens den Heer Dr. C. EIJKMAN eene mededeeling aan: *„Over de respiratorische gaswisseling der tropenbewoners".*

Ten vervolge mijner studiën over de stofwisseling van den mensch in het tropische klimaat, werd bij een aantal personen te Batavia een onderzoek ingesteld naar de hoeveelheid koolzuur, welke door de longen wordt uitgescheiden, en de hoeveelheid zuurstof, welke wordt opgenomen.

Het onderzoek geschiedde volgens de door ZUNTZ en GEPPERT aangegeven methode. De persoon ademt daarbij door een mondstuk, dat door een T-vormige buis in gemeenschap staat met twee uiterst licht beweegbare ventielen, waarvan het eene slechts den inspiratieluchtstroom, het andere alleen den exspiratiestroom doorlaat. Deze laatste gaat, zonder noemenswaarden weerstand te ondervinden, door een (zwak aspireerenden) gasmeter, terwijl door een afzonderlijke inrichting wordt zorg gedragen, dat doorloopend van de uitgeademde lucht een constante fractie ten behoeve der analyse wordt afgezonderd.

Daar spierarbeid, darmfunctie e. a. m. een niet van te voren voldoend nauwkeurig te schatten invloed op de gaswisseling in de longen hebben, moet de proefpersoon nuchter zijn — sedert den vorigen dag niets gebruikt hebben — en zich vóór en tijdens de proef zoo rustig mogelijk houden. Om alle spierinspanning te vermijden, plaats men hem zoodanig, dat alle lichaamsdeelen ondersteund zijn. Bovendien is noodig, dat hij ook psychisch kalm blijft en zijn gedachten zooveel mogelijk afleiding verschaft. Vooral bij de eerste proeven worden, tengevolge van de ongewoonte om met gesloten neus en wijd geopenden mond door een toestel te ademen, nog al eens afwijkende, met name te hooge cijfers verkregen. Bij de meeste personen slaagt men er intusschen al spoedig in, ze zoodanig op hun gemak te stellen, dat zij rustig en regelmatig ademen

en dit tot het einde der proef, welke trouwens niet langer dan ongeveer 10 minuten pleegt te duren, volhouden. Ja, enkele onzer, daartoe zoo licht geneigde Inlanders, geraakten onder de proef zelfs bij wijlen in een lichte sluimering.

Ik onderzocht 11 Europeanen, bij wie in het geheel 37 proeven genomen werden, en 12 Maleiers, bij wie het gezamenlijk aantal proeven 48 bedroeg. Ter vergelijking heb ik verder uit de beschikbare literatuur de noodige gegevens verzameld, die door onderzoekers in Europa, evenzoo bij nuchtere, rustende personen en met den toestel van ZUNTZ GEPPERT, maar nu tijdens het koele jaargetijde verkregen waren.

De gemiddelde uitkomsten zijn de volgende:

Proefpersonen.	Lich. gew.	Aantal c.c.m. [1]) per minuut.			$\frac{CO_2}{O}$
		exsp. lucht (droog)	CO_2	O	
1. 11 Europeanen in Indië	68.0 Kg.	5984	199.2	253.1	0.79
2. 12 Maleiers 〃 〃	50.4 〃	5815	188 2	214.0	0.88
3. 14 Europeanen 〃 Europa	62.0 〃	5490	189.9	242.6	0.78

De verhouding tusschen de hoeveelheid uitgeademd koolzuur en opgenomen zuurstof is bij de Europeanen in Indië tamelijk wel dezelfde als in Europa. Het hoogere cijfer van den Maleier verklaart zich uit den grooteren rijkdom van diens voedsel aan koolhydraten.

Om den invloed van het klimaat op het absolute bedrag der gaswisseling te kunnen nagaan, moeten wij allereerst den invloed van het, bij de drie kategorieën van proefpersonen zoo uiteenloopende lichaamsgewicht trachten op te heffen. Daartoe hebben wij de bij de verschillende lichaamsgewichten gevonden bedragen te herleiden tot wat zij zouden zijn bij eenzelfde lichaamsgewicht G. Dit kan, bij benadering althans, geschieden door vermenigvuldiging met den faktor $\sqrt[\frac{3}{2}]{\frac{G}{g}}$, waarin g het lichaamsgewicht in een gegeven geval is (IMMERMANN, RICHET, RUBNER).

Ik heb deze herleiding — waarbij $G = 64$ Kg. werd aangenomen — bij alle 37 proefpersonen uitgevoerd, doch alleen voor zooveel het zuurstofverbruik betreft, omdat dit een veel juister beeld geeft van de levendigheid der oxydatie en der daarmede gepaard gaande warmteproductie, dan de hoeveelheid uitgescheiden koolzuur zulks geven kan. Het eindresultaat der berekening is als volgt:

[1]) Herleid tot 0° C. en 760 Hg-dr.

		Gemiddeld O-verbruik per minuut en per lich. gew. van 64 Kg.	
Europeanen in Indië		245.7	248.6 c.c.m.
Maleiers	〃 〃	251.5	
Europeanen	〃 Europa	250.3	c.c.m

Een inderdaad niet te miskennen overeenstemming derhalve tusschen het zuurstofverbruik in het heete en in het koele klimaat! De verschillen zijn zoo klein, dat zij ruim plaats vinden binnen de grenzen der bepalingsfouten. Want, gelijk zich deze naar de zgn. methode der kleinste quadraten uit de individueele schommelingen berekenen lieten, bedroeg de „waarschijnlijke'' fout in onze bepaling van het gemiddelde voor Europa: ± 4.02 en voor Indië (Europeanen en Maleiers te zamen genomen): ± 2.5, ieder op zichzelf dus reeds meer dan het verschil tusschen deze beide gemiddelden zelven.

De gangbare voorstelling, dat onder den invloed der warme omgeving de stofwisseling verminderd en daarmede de warmteproductie tot een lager peil teruggebracht wordt, vindt derhalve, voor zoover althans den mensch betreft, geen steun in de uitkomst onzer proeven. En deze uitkomst verdient te meer vertrouwen, omdat zij geheel in overeenstemming is met wat ik vroeger langs geheel anderen weg gevonden heb. Toen nl. werd de hoeveelheid en samenstelling van het voedsel onderzocht, dat in Indië tot instandhouding van het stofwisselingsevenwicht noodig was, en werd de verbrandingswarmte van dat voedsel berekend. Ook daarbij kwamen, met de stofwisseling in Europa vergeleken, geen sprekende verschillen aan het licht.

Scheikunde. — De Heer FRANCHIMONT biedt namens den Heer Dr. P. VAN ROMBURGH te Buitenzorg een opstel aan „*Over de inwerking van jodium op cyaankalium en van joodcyaan op bijtende kali*''.

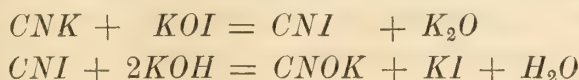
In de chemische literatuur, voor zooverre zij mij hier toegankelijk is, vindt men opgegeven, dat joodcyaan onder den invloed van bijtende kali overgaat in cyaankalium terwijl er joodkalium en kaliumjodaat gevonden wordt. Zelfs NEF [1]), in zijn laatste verhandeling over het tweewaardige koolstofatoom, vestigt bijzonder de aandacht op „het lang bekende en interessante feit'', dat joodcyaan zich in dat opzicht geheel anders gedraagt dan chloor- en broomcyaan. In FEHLING's Handwörterbuch der Chemie (Bd. 2 S. 874) echter staat

[1]) Ann. d. Chemie 287, S. 316.

dat *geconcentreerde* kali het joodcyaan omzet in joodkalium en kalium isocyanaat, zonder vermelding echter van de bron.

Gedurende mijne onderzoekingen over eenige aceton- en blauwzuur-bevattende planten (Hevea brasiliensis, H. Spruceana, Manihot utilissima en M. Glaziorii), had ik herhaaldelijk met quantitatieve bepalingen dezer stoffen te doen, in distillaten [1]), uit die planten verkregen. Voor de bepaling van het aceton wilde ik gebruik maken van de methode MESSINGER-COLLISCHONN, welke, zooals bekend is, berust op de omzetting van het aceton in jodoform door kali en jodium, waarbij uit de verbruikte hoeveelheid jood het acetongehalte gemakkelijk af te leiden is. De vraag was nu of het cyaankalium geen storenden invloed op de resultaten zou hebben.

Vrij jodium werkt op cyaankalium quantitatief in onder vorming van joodcyaan en joodkalium zooals reeds lang bekend is. Voegt men een joodoplossing van bekende sterkte bij een alkalisch gemaakte oplossing van cyaankalium en titreert men, na zuur maken met zwavelzuur, onmiddellijk met natriumhyposulfiet terug, dan blijkt er eveneens jodium verbruikt te zijn, waarvan de hoeveelheid echter kleiner is dan wanneer men de alkalische vloeistof eerst eenigen tijd laat staan alvorens terug te titreeren. Na ongeveer 20 minuten (in verdunde oplossingen en bij de hier heerschende temperatuur van 25°), heeft de hoeveelheid verbruikt jodium haar maximum bereikt en bedraagt 1 mol. op elk mol. *KCN*. Gedurende het staan van de alkalische vloeistof neemt men een zwakken reuk naar joodcyaan waar. Neemt men de proef zóó, dat men bij een overmaat van verdunde kali jodium voegt en daarna eerst de cyaankalium-oplossing, dan neemt men eveneens voorbijgaand den reuk van joodcyaan waar. De reactie kan nu verloopen volgens de vergelijkingen:



$$CNK + KOI = CNI + K_2O$$
$$CNI + 2KOH = CNOK + KI + H_2O$$

dan wel volgens deze:



$$CNK + KOI = CNOK + KI.$$

Zij zou dan analoog zijn aan de door REYCHLER [2]) gevonden omzetting van cyaankalium in kalium-isocyanaat met behulp van natriumhypochloriet.

---

[1]) Wanneer de door herhaalde distillatie verkregen distillaten geconcentreerder worden neemt men herhaaldelijk waar, dat zij zich spontaan verhitten, waarschijnlijk door de vorming van een cyaanhydrine. Droog aceton en blauwzuur laten zich zonder warmteontwikkeling mengen, brengt men een weinig droog kaliumcarbonaat in de vloeistof dan geraakt deze aan de kook en de temperatuur stijgt tot 70°.

[2]) Chem. Zeit. Rep. 1893 S. 190.

Het optreden van den reuk van joodcyaan wijst er op, dat de reactie, althans ten deele, in eerstgenoemden zin verloopt.

Opzettelijk genomen proeven met de inwerking van een waterige oplossing van joodcyaan op verdunde kali, leerden, dat de reactie inderdaad als eindproduct levert: kalium-isocyanaat en joodkalium.

Maakt men na eenige minuten inwerking de vloeistof, die dan nog naar joodcyaan riekt, zuur, na er eerst een weinig joodkalium-oplossing bijgevoegd te hebben, dan heeft er nog afscheiding van jodium plaats.

Na 25 minuten is de reactie afgeloopen en krijgt men geen jodium-afscheiding meer, wat natuurlijk wel het geval zou zijn indien er kaliumjodaat gevormd ware. Men kan het voortschrijden der reactie in de alkalische vloeistof ook fraai vervolgen door bij bepaalde tusschenpoozen in een deel der vloeistof met behulp van aceton jodoform te doen ontstaan. De afscheiding van jodoform, die in het begin sterk is neemt allengs af om ten slotte niet meer plaats te vinden [1]).

Dat er werkelijk *kalium-isocyanaat* als eindproduct ontstaan is, laat zich gemakkelijk met behulp van de door SCHNEIDER [2]) aanbevolen reactie met kobaltacetaat zelfs in die verdunde, met azijnzuur zwak zuur gemaakte vloeistoffen aantoonen. Niet alleen verdunde kali werkt op de aangegeven wijze. Ook met sterke kali-oplossing in overmaat (bij een proef werd o.a. 200 mG. *CNI* met 5 CC. kali-oplossing van 33$^0/_0$ behandeld) ontstaat joodkalium en kalium-isocyanaat. De reactie verloopt nu echter aanzienlijk sneller dan bij het gebruik van verdunde kali.

De in de chemische literatuur zeer verspreide meening, dat joodcyaan zich tegenover kali anders gedraagt dan broom- en chloorcyaan, wat betreft de eindproducten, berust dus op eene dwaling, die waarschijnlijk daardoor ontstaan is, dat men bij het onderzoek het einde der reactie niet afgewacht heeft.

— Voor de boekerij worden aangeboden:
door den Heer W. KAPTEIJN, uit naam der schrijvers:
A. A. NIJLAND: „Over eene bijzondere soort van geheele functies" en
H. ONNEN: „Het maximum van verzekerd bedrag"
en door den Heer STOKVIS de 2e druk van zijne: „Voordrachten over de Geneesmiddelleer."

— De vergadering wordt gesloten.

---

1) Dit zou natuurlijk geen middel zijn om uit te maken of er kaliumjodaat dan wel kaliumisocyanaat gevormd wordt.

2) Berl. Ber. 28, S. 1540.

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN.

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE

op Zaterdag 26 September 1896.

Voorzitter (waarnemend): de Heer B. J. STOKVIS.
Secretaris: de Heer J. D. VAN DER WAALS.

Het Proces-Verbaal der vorige zitting wordt gelezen en goedgekeurd.

Naar aanleiding van dit nog door den afgetreden Secretaris geredigeerde Proces-Verbaal brengt de Voorzitter den dank der Vergadering aan den Heer C. A. J. A. OUDEMANS voor het vele dat hij in zijn 17-jarig Secretariaat voor de Akademie heeft gedaan.

De Voorzitter herinnert aan het verlies, dat de vaderlandsche wetenschap heeft geleden door het overlijden van den Heer J. W. RETGERS, die door de Akademie als Lid gekozen, uit bescheidenheid gemeend had niet het Lidmaatschap te kunnen aannemen.

Tot de ingekomen stukken behooren:

1°. Mededeelingen van de Heeren VAN DE SANDE BAKHUYZEN, WEBER, HUBRECHT en RAUWENHOFF, dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen.

De Heer RAUWENHOFF heeft medegedeeld, dat hij door het bereiken van den 70-jarigen leeftijd tot de rustende Leden is overgegaan.

2⁰. eene missive van het „Comité d'organisation du Congrès géologique international" met verzoek de uitnoodigingsbrieven aan de geologische leden der Akademie te doen toekomen. Aan dat verzoek is voldaan door toezending aan de leden der geologische commissie.

3⁰. eene missive van den Heer Generaal-Majoor M RIJKATCHEW, inhoudende mededeeling dat hij is opgetreden als Directeur van het „Observatoire physique central" van St. Petersburg in de plaats van Prof. Dr. HENRI WILD.

4⁰. Eene uitnoodiging tot bijwoning van het „Congrès international de pêches maritimes, d'ostréiculture et d'aquiculture marine" georganiseerd door de gemeente Sables-d'Olonne en te houden van 3—7 September 1896. Die uitnoodiging, na de laatste zitting ontvangen, is door den Voorzitter ter kennis van enkele leden gebracht, maar niemand had zich bereid verklaard de Akademie op dat congres te vertegenwoordigen.

5⁰. Een schrijven van den Heer FORSTER, waarin hij, tengevolge van zijn vertrek naar Straatsburg, van de Akademie als gewoon lid afscheid neemt. De Voorzitter merkt op, dat de Akademie den Heer FORSTER niet geheel als Lid verliest, daar hij volgens het Reglement tot de correspondeerende Leden overgaat.

6⁰. Een schrijven van Lord KELVIN, waarin hij zijn dank uitspreekt voor de gelukwenschen van de Akademie ontvangen bij gelegenheid van het feest, ter herinnering aan het feit dat hij gedurende 50 jaren het „Professorship of natural Philosophy" aan de Universiteit van Glasgow had bekleed.

7⁰. Een schrijven van den Heer WEBER ter begeleiding van een verhandeling van Dr. J. H. F. KOHLBRÜGGE te Tosari op Java, getiteld: Muskeln und periphere Nerven der Primaten, mit besonderer Berücksichtigung der Anomalien. Eine vergleichend-anatomische und anthropologische Untersuchung. Deze verhandeling, bestemd voor de Werken der Akademie, is in handen gesteld van een Commissie, bestaande uit de Heeren ZAAIJER en VAN WIJHE.

8⁰. Eene missive van den Minister van Binnenlandsche Zaken van 10 September 1896, betreffende den „Catalogue of scientific papers". Deze missive was vergezeld van een afdruk van het verslag door den Nederlandschen gedelegeerde Dr. D. J. KORTEWEG aan de regeering uitgebracht. De Minister vraagt het oordeel der natuurkundige afdeeling ten aanzien van de in dit verslag uitgesproken wenschelijkheid tot deelneming door Nederland aan den ontworpen arbeid en van hetgeen daartoe zal worden vereischt.

De Heer KORTEWEG, die als gedelegeerde aan de Londensche conferentie voor den internationalen wetenschappelijken Catalogus heeft deelgenomen, spreekt — daartoe door den Voorzitter uitgenoodigd — over deze conferentie en treedt in eenige bijzonderheden omtrent hare bedoeling, den aard der genomen besluiten, den werkkring der nationale bureaux en de inrichting van het Zaakregister. (Zie verder hieronder).

De brief van den Minister wordt in handen gesteld van de commissie, die reeds vroeger (30 November 1895) de Akademie omtrent den internationalen Catalogus heeft geadviseerd — in welke commissie de Heer OUDEMANS vervangen wordt door den tegenwoordigen Secretaris der Afdeeling.

9°. Afdrukken van de „Acta der international Catalogue conference" ontvangen van wege de Royal Society. Deze zullen eveneens in handen der genoemde commissie gesteld worden.

Internationale Catalogus. — De Heer KORTEWEG zegt het volgende:

Alvorens de ingekomen brief van Z.Ex. den Minister van Binnenlandsche zaken betreffende den internationalen wetenschappelijken catalogus in behandeling komt, wensch ik gaarne nog een en ander toe te voegen aan het verslag, dat door mij, als Nederlandsch gedelegeerde bij de Londensche conferentie, aan de Regeering is uitgebracht.

Dit verslag zullen alle leden der Akademie ontvangen hebben. Ik verwacht dat zij daardoor onder een indruk gekomen zijn, die bij mij zeer krachtig aanwezig is, den indruk, namelijk, dat bij die conferentie de belangen der eigenlijke natuuronderzoekers geheel op den voorgrond gestaan hebben, zoodat bibliographische doeleinden alleen zullen worden nagestreefd voor zooverre zij met die belangen onmiddellijk verband houden.

Reeds de samenstelling der conferentie gaf daarvoor waarborg. Verreweg de talrijkste groep onder de deelnemers werd gevormd door de eigenlijke natuuronderzoekers. Ik telde er 24 en daaronder mannen als NEWCOMB, DARBOUX, GILL, MOEBIUS, ERNST MACH, ARMSTRONG, VAN 'T HOFF. Daarnaast stonden een achttal „librarians", waaronder van den eersten rang als DENIKER, DZIATZKO en BILLINGS, en een negental min of meer officieele personen: ambassadeurs, consuls, enz. Ook het Comittee der Royal Society dat meer in het bizonder met de voorbereiding belast was, toonde zich van denzelfden geest doordrongen en bestond zelfs uitsluitend uit natuuronderzoekers.

Het komt mij voor dat waar mannen van dit gehalte ééndrachtig, zooals hier het geval is geweest, samenwerken om te

beproeven eene zaak tot stand te brengen, onze Regeering veilig aan die poging hare gewenschte medewerking verleenen kan. Zelfs durf ik beweren dat, mocht later blijken dat onoverkomelijke bezwaren aan de verwezenlijking van het beoogde doel in den weg staan, het *toch* beter en eervoller ware, medegewerkt te hebben tot op het oogenblik, dat het onmogelijke of ondoelmatige der ondernomen taak duidelijk gebleken ware, dan zich voorbarig te hebben teruggetrokken. Trouwens *dan* zou Nederland niet de eenige Staat zijn, die zich aan den arbeid onttrok.

Ondertusschen op het oogenblik is het daar verre van af. De conferentie, hoewel ten volle doordrongen van de moeilijkheid harer taak, was met de beste verwachtingen bezield.

Kwam het er dus eenvoudig op aan hier in onze Afdeeling der Akademie de wenschelijkheid uit te spreken, dat Nederland zijne medewerking blijve verleenen, dan zou m. i. het antwoord aan den Minister zeer eenvoudig kunnen zijn en zou wellicht thans reeds daaromtrent besloten kunnen worden.

Er is evenwel aan die medewerking eene voorwaarde verbonden, namelijk deze: dat Nederland zich bereid verklare, volgens de door een Internationalen Raad te ontwerpen regels, het materiaal betreffende de Nederlandsche natuurwetenschappelijke literatuur bijeen te brengen, voorloopig te schiften en aan het Centraalbureau te Londen op te zenden. Ook omtrent die voorwaarde vraagt de Minister ons advies.

Nu zal het bij den tegenwoordigen stand van zaken wel niet mogelijk zijn reeds thans een gedetailleerd voorstel te doen omtrent de inrichting van hetgeen ik gemakshalve, en zonder daarmede op den aard der te kiezen organisatie vooruit te loopen, wil noemen: het nationale Nederlandsche Bureau, waar deze werkzaamheden zullen moeten worden verricht. Niet eenmaal zoude het wenschelijk zijn, de toekomst te binden door thans aan die inrichting te vaste vormen te geven. Nuttig en mogelijk schijnt mij echter eene gedachtenwisseling, aanvankelijk in kleiner gezelschap, over de verschillende wijzen waarop zulk een bureau zal kunnen worden ingericht, en wellicht zal het dan mogelijk zijn eene grens vast te stellen voor de, trouwens wel niet *zeer* hooge kosten, aan zulk eene instelling verbonden.

Indien de ontworpen Internationale Catalogus zich beperkte tot dat gedeelte waarin de rangschikking volgens de namen der schrijvers geschiedt, den schrijvers-catalogus, dan ware de organisatie der Nationale Bureaux eenvoudig genoeg. Het te verrichten werk ware dan grootendeels van administratieven aard. Slechts het uitzoeken van wat *al*

en wat *niet* opgenomen moest worden, zou technische kennis van de betrokken wetenschap vereischen, maar dit zou een werk zijn van weinig omvang.

Het voornaamste en belangrijkste gedeelte van den arbeid is echter juist het samenstellen van den zaak catalogus, en ook dit zal volgens de genomen besluiten, in hoofdzaak door bemiddeling der Nationale Bureaux moeten geschieden. Daarbij zal voorts niet op den titel alleen, maar op den geheelen inhoud der verhandeling moeten worden acht geslagen, zoodat eene verhandeling, waarin over meerdere onderwerpen nieuw licht wordt verspreid, ook op meerdere plaatsen zal moeten worden vermeld. Het spreekt wel van zelf dat zulk een arbeid slechts door deskundigen verricht worden kan.

Het zij mij geoorloofd, alvorens den draad mijner beschouwingen te vervolgen, een oogenblik stil te staan bij het besluit der conferentie waaruit de oprichting dier bureaux voortvloeit.

Het kan niet ontkend worden, dat dit besluit weinig strookt met het gevoelen der meerderheid dezer vergadering, neergelegd in haar schrijven van 17 December 1894 aan de Royal Society. Dezerzijds werd toen de wenschelijkheid uitgesproken: dat de op te richten Internationale Raad gebruik zou maken van de reeds bestaande organisaties voor de bewerking van wetenschappelijke literatuur en slechts steunend zou optreden, waar deze gebrekkig werken, en aanvullend waar ze ontbreken. Ik heb getracht dit denkbeeld nader ingang te doen vinden in een uitvoerig schrijven aan het Londensche Comittee, in antwoord op een verzoek om opmerkingen, en daarna heb ik in de eerste zitting der conferentie voorgesteld tot grondslag van organisatie te kiezen committees voor de verschillende takken van wetenschap, welke zelfstandig zouden bepalen op welke wijze hun gedeelte van het zaak-register zoude worden bewerkt en uit wier midden de Internationale Raad zou worden gekozen. Op die wijze ware het natuurlijk gemakkelijk geweest voor die wetenschappen, waar het wenschelijk bleek, gebruik te maken van de reeds bestaande organisaties voor het bewerken der litteratuur van zulk een vak.

Hoewel nu dit denkbeeld heeft moeten wijken voor dat, behelzende de oprichting van Nationale Bureaux, zoo heb ik er toch geen berouw van het te hebben voorgestaan. Het heeft er toe bijgedragen de aandacht te vestigen op de omstandigheid dat zorg gedragen moet worden in den Internationalen Raad niet alleen de verschillende landen, maar ook de verschillende wetenschappen te doen vertegenwoordigen. Wellicht ook dat later nog, maar dan van boven

af, tot de oprichting van zulke committees wordt overgegaan als de wenschelijkheid er van blijken mocht.

Hoe dit echter zij, men zal er zich thans op voor te bereiden hebben dat de Nationale Bureaux de leiding der bewerking der nationale literatuur, *ook* voor den zaakcatalogus op zich zullen te nemen hebben.

Omvang en moeielijkheid van deze laatste taak zal voor een groot deel afhankelijk zijn van den aard en de inrichting van dezen zaakcatalogus.

Het zij mij geoorloofd daarover thans een en ander in het midden te brengen.

Men heeft bij die inrichting in de eerste plaats te kiezen tusschen stelselmatige en alphabetische rangschikking.

Voor stelselmatige rangschikking werd het bekende decimale stelsel van Dewey met kracht aanbevolen, terwijl ook het Committee der Royal Society aanvankelijk geenszins ongenegen was er een beperkt gebruik van te maken ten einde de toepassing van het zuiver alphabetische stelsel een weinig te beperken.

Dit stelsel van Dewey berust, zooals bekend is, op eene indeeling telkens in tienen of juister in negenen, daar de nul een afzonderlijke rol speelt. Aan de *formeele* inrichting van dit stelsel is veel vernuft ten koste gelegd. Echter is naar veler oordeel, ook naar dat van het Engelsche Comittee, de toepassing op de verschillende wetenschappen zóó gebrekkig dat het stelsel onmogelijk ongewijzigd zoude kunnen overgenomen worden, zooals het in Dewey's „Decimal Classification and relativ Index" is neergelegd en reeds toepassing gevonden heeft.

Om bij mijne eigene wetenschap te blijven, de indeeling der wiskunde is voor een groot deel gebaseerd op de gevolgde methode *niet* op de verkregen resultaten; een beginsel dat terecht bij de bekende Fransche indeeling der wiskunde verworpen is.

Dit heeft bijv. ten gevolge, dat stellingen omtrent kegelsneden op vier, of eigenlijk op vijf verschillende plaatsen zouden moeten worden ondergebracht naar gelang ze langs planimetrischen, synthetischen of analytischen weg worden afgeleid of wel in eene verhandeling over beschrijvende meetkunde optreden. En bij het volgen van den analytischen weg maakt het dan weer verschil of homogene of cartesiaansche coördinaten zijn aangewend. Maar zelfs daarmede is de verwarring nog niet ten einde, want op meerdere plaatsen is eene afdeeling „Problems" aangebracht, waarin ook zulke stellingen zouden kunnen belanden.

Als een staaltje overigens van den geest die de Dewey'sche in-

deeling der wiskunde beheerscht, kan dienen dat „trigonometry" (514) als eene gelijkwaardige afdeeling optreedt met (517) „Calculus", met welke laatste uitdrukking bedoeld is de differentiaal- en integraalrekening met inbegrip van differentiaal-vergelijkingen en functie-theorie.

Nu zeggen de voorstanders van het stelsel wel, dat men het zoo nauw niet nemen en hunne getallen eenvoudig opvatten moet als vormende eene internationale taal; maar wat dan te zeggen van eene wetenschappelijke taal, welke vijf of meer verschillende woorden heeft voor éénzelfde begrip, dat van „kegelsnede"?

Ik zal DEWEY's „Classification and Index", waarin zijn stelsel is toegepast, laten circuleeren. De leden kunnen dan kennis nemen van de eerste verdeelingen hunner wetenschap.

Slechts zullen de heeren physiologen wellicht eenige moeite hebben de hunne op te sporen. Zij zullen ze uitgaande van de eerste indeeling verwachten onder „natural science". Ze is echter te vinden onder „useful arts".

Waarlijk het stelsel DEWEY moge bruikbaar en praktisch zijn voor het ordenen eener bibliotheek van niet te grooten omvang en van min of meer populair-wetenschappelijke en paedagogische strekking, voor het doel van den Internationalen Catalogus is het met overgroote meerderheid m. i. terecht onbruikbaar verklaard.

Niet alleen echter tegen het stelsel DEWEY, tegen elk ander dergelijk stelsel van rangschikking, scheen mij, de in de conferentie bestaande strooming gericht.

Het groote bezwaar tegen zulke stelsels is namelijk, dat ieder van hen noodzakelijk na eenige tientallen van jaren verouderen moet. Het spoedigst natuurlijk het decimale stelsel, waar de enkele ledige plaatsen, door DEWEY opengelaten, spoedig zouden zijn bezet, terwijl dan verder nieuwe stof slechts kunstmatig en belemmerd door een ondoelmatig groot aantal cijfers zou kunnen worden ondergebracht.

Wat nog het minst onderhevig is aan verandering, het is de beteekenis der woorden, en dit pleit voor eene alphabetische rangschikking.

Mocht ik eens, geheel op eigene verantwoordelijkheid, uitspreken, waarheen het mij schijnt dat het heengaat, dan zou ik in de eerste plaats wijzen op de alphabetische rangschikking met een hoofdwoord en een bijkomend woord in den geest van BILLING's bekenden „Index Catalogue of the Surgeon General's office", gevolgd wellicht door systematische registers, waar, zooals bij de wiskunde, een goed en veelgebruikt schema daarvoor bestaat.

Iedere wetenschap of zelfstandige afdeeling daarvan zal daarbij echter, zooals reeds besloten werd, een afzonderlijk deel kunnen

vormen, waarbij ik voor mij geneigd zoude zijn het aantal dier deeltjes vrij groot te nemen, binnen elk er van echter slechts eene het gansche deeltje doorloopende alphabetische volgorde toelatende.

Of het dan doelmatig zal blijken, op de wijze als zulks door mij in de uitgave van CHRISTIAAN HUYGENS' werken is in praktijk gebracht, door de toevoeging van een sleutel, bestaande uit enkele tientallen woorden bij welke aanvangende men van verwijzing tot verwijzing naar ieder onderwerp wordt heengevoerd, de alphabetische rangschikking tevens voor systematisch opzoeken geschikt te maken, dan wel of daartoe een anderen weg zal worden ingeslagen, moet worden afgewacht. Het denkbeeld is ter kennis van het Committee der Royal Society gebracht en bevindt zich daar in goede handen.

Nemen wij nu een oogenblik aan, dat op die wijze te werk wordt gegaan, dan zal de groote moeilijkheid gelegen zijn in het samenstellen der *eerste* zaak-registers. Bij de volgende zal de taak daardoor vereenvoudigd worden dat men zal moeten trachten de stof zooveel mogelijk onder de bestaande hoofden onder te brengen.

Eerst waar dit volstrekt noodzakelijk blijkt, en in overleg met het Centraalbureau, zullen nieuwe hoofden mogen worden ingevoerd of veranderingen in de aaneenschakeling (door verwijzigingen) der oude mogen worden aangebracht.

Op deze of op andere wijze zal het wellicht mogelijk zijn een stelsel te verkrijgen dat te gelijkertijd zoo conservatief mogelijk, en toch voldoende elastisch is om rekening te houden met de eischen der zich steeds vervormende wetenschap.

Duidelijk schijnt het mij echter dat ook bij deze werkwijze de Nationale Bureaux eene belangrijke rol zullen moeten spelen als bemiddelaars tusschen de schrijvers en het Centraalbureau.

Wel meende Prof. ARMSTRONG de geheele inrichting met eene self-acting machine te kunnen vergelijken en geloofde hij dat de schrijvers zelven op den duur zullen leeren aan te wijzen hoe hunne verhandelingen of boeken behooren te worden geclassificeerd.

De vraag daargelaten, of dit niet een weinig te optimistisch is geoordeeld met het oog op de zoo wenschelijke eenheid in de opvatting en toepassing der classificatie, erkent echter Prof. ARMSTRONG zelf dat de schrijvers daartoe zullen moeten worden opgevoed (educated). Die taak zal wel in de eerste plaats door het Nationale Bureau, voeling houdende met het Centraalbureau, moeten worden vervuld, en aangezien er telkens nieuwe geslachten van schrijvers opstaan, zal zij nooit ten einde zijn. Tot het vervullen van die taak zijn echter stellig alleen deskundigen in staat.

Natuurkunde. — De Heer HAGA vertoont twee negatieven, waardoor het bestaan der verschillende soorten van X-stralen bewezen wordt, zooals ook door andere onderzoekers is gevonden. Bij hooge verdunning in de vacuum buizen is het doordringingsvermogen der stralen voor vleesch en been zeer verschillend, zoodat de beenderen zich scherp afteekenen, terwijl bij mindere verdunning deze beide lichamen nagenoeg evenveel doorlaten.

Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt namens Dr. L. H. SIERTSEMA eene mededeeling aan: „*Eene meting van de magnetische draaiingsconstante in water*", verricht in het Natuurkundig Laboratorium te Leiden.

Om de constante factoren, gebruikt bij het herleiden van de magnetische draaiingsbepalingen in gassen op absolute maat [1]), te controleeren, is met denzelfden toestel eene meting verricht van de absolute draaiingsconstante van water voor Na-licht. De proefbuis werd hiervoor met uitgekookt gedistilleerd water gevuld, en de magnetische draaiing gemeten voor Na-licht op dezelfde wijze als bij de gassen. Alleen moest met eene kleinere stroomsterkte worden gewerkt (7 amp.), en de shunt van den galvanometer in verband hiermede worden veranderd. De Na-lijn, welke wegens ongunstige weersgesteldheid niet in het zonnespectrum kon worden ingesteld, werd zichtbaar gemaakt door keukenzout over de kolen van de booglamp te strooien.

Een viertal waarnemingsreeksen bij eene temperatuur van 13°.4 geven voor deze constante

0'.01303
1302
1302
1300
gemiddeld 0'.01302 (13°.4).

Herleidt men deze tot 0° met den door RODGER en WATSON [2]) bepaalden temperatuurscoëfficient, en vergelijken we onze uitkomst met die van andere waarnemers, dan vinden we:

ARONS [3])	0'.01298	(0°)	RODGER en WATSON [2])	0'.01311	(0°)
QUINCKE [4])	0'.01418	(0°)	SIERTSEMA	0'.01303	(0°),

dus eene voldoende overeenstemming.

[1]) Zittingsverslag Kon. Akad. 1895/96 p. 294 en p. 317.
[2]) RODGER en WATSON, Zeitschr. phys. Ch. 19, p. 323.
[3]) ARONS, Wied. Ann. 24, p. 161 (1885).
[4]) QUINCKE, Wied. Ann. 24, p. 606 (1885).

Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt namens Dr. L. H. SIERTSEMA eene mededeeling aan over: „*Metingen van de magnetische draaiingsdispersie in gassen*", verricht in het Natuurkundig Laboratorium te Leiden.

In de vorige mededeelingen [1]) zijn de voor verschillende gassen gevonden magnetische draaiingen uitgedrukt in minuten voor de eenheid van magnetisch potentiaalverschil, met behulp van eenen herleidingsfactor, berekend uit de afmetingen van den toestel, het getal windingen der klossen, en den reductiefactor van den tangentenboussole, waarmede de galvanometer van D'ARSONVAL werd gecalibreerd. Deze laatste constante werd afgeleid uit vergelijkingen met een kopervoltameter.

De juistheid van dezen herleidingsfactor is gecontroleerd door eene bepaling van de draaiingsconstante van water, welke blijkens de vorige mededeeling eene voldoende overeenstemming met de door anderen gevonden constanten heeft opgeleverd.

Het bleek intusschen noodig nog eene correctie aan de manometeraflezingen aan te brengen, ten gevolge waarvan thans de volgende interpolatieformules zijn gevonden:

lucht (100 KG., 13°.2) $$n.\,10^6 = \frac{190.6}{\lambda}\left(1 + \frac{0.242}{\lambda^2}\right)$$

zuurstof (100 KG., 7°.0) $$n.\,10^6 = \frac{271.7}{\lambda}\left(1 + \frac{0.0704}{\lambda^2}\right)$$

stikstof (100 KG., 14°.0) $$n.\,10^6 = \frac{169.9}{\lambda}\left(1 + \frac{0.311}{\lambda^2}\right)$$

koolzuur (1 atm., 6°.5) $$n.\,10^8 = \frac{269.5}{\lambda}\left(1 + \frac{0.307}{\lambda^2}\right)$$

stikstofoxydule (30.5 atm., 10°.9) $$n.\,10^6 = \frac{75.50}{\lambda}\left(1 + \frac{0.306}{\lambda^2}\right)$$

waterstof (85 0 KG., 9°.5) $$n.\,10^6 = \frac{138.6}{\lambda}\left(1 + \frac{0.325}{\lambda^2}\right)$$

Berekent men de draaiing in lucht bij 13°.2 uit die van O en N, dan vindt men:

$$n.\,10^6 = \frac{190.0}{\lambda}\left(1 + \frac{0.241}{\lambda^2}\right),$$

welke formule met de uit de directe metingen afgeleide zeer goed overeenstemt.

---

1) Zittingsversl. Kon. Akad. 1895/96, p. 294 en p. 317.

Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt namens Dr. P. ZEEMAN eene mededeeling aan: „*Metingen over de absorptie van electrische trillingen van verschillenden trillingstijd in verschillend geconcentreerde electrolyten*", verricht in het Natuurkundig Laboratorium te Leiden. (Met één plaat).

1. Bij een vorige gelegenheid [1]) werd aan de Akademie medegedeeld eene bepaling, de eerste die verricht is, van den absorptiecoëfficiënt van een electrolyt voor electrische trillingen. De golflengte der gebezigde trillingen in lucht bedroeg 6.6 M. [2]) en het geleidingsvermogen t. o. v. kwikzilver van de oplossing was 3340.10^{-10}. In aansluiting daaraan wenschte ik te onderzoeken op welke wijze de absorptie afhangt van de concentratie der oplossing en van de golflengte der invallende trillingen. Ik heb nu voor 2 verschillende trillingen den absorptie-coëfficient gemeten in oplossingen waarvan het geleidingsvermogen varieerde tusschen de grenzen 3500.10^{-10} en 40000.10^{-10}. De uitkomsten dezer metingen veroorloof ik mij hierbij aan te bieden.

2. *Toestellen.* Behoudens enkele veranderingen van ondergeschikt belang, waren de gebruikte toestellen dezelfde, die bij de vroegere proeven dienst deden en die toen werden beschreven.

3. *Draadgeleiding.* Bij de golven van 6.6 M. was ook de draadgeleiding die de trillingen van den vibrator naar den bak overbrengt dezelfde, als die vroeger werd gebruikt. Die geleiding liep vanaf den vibrator door een gang heen en kwam langs een omweg met een grooten boog weer in de kamer waar de toestellen waren opgesteld terug. Bij golven grooter dan 8 M. kwamen bij het gebruik van die leiding soortgelijke storingen voor den dag, als die welke door v. GEITLER [3]) nader zijn onderzocht en die zich bij mijne proeven in onregelmatigheden van de interferentie-kromme van BJERKNES afspiegelden. Ik was dus genoodzaakt mij een nieuwe betere leiding te bouwen. Een eerste poging daartoe mislukte. De leiding was met zorg in den tuin van het laboratorium uitgespannen, kwam met een grooten boog weer evenwijdig aan de oorspronkelijke richting in de kamer terug en zette zich over een tweeden boog loodrecht daarop horizontaal in een gang voort. Op dit horizontale deel werd de brug verschoven om de interferentie-kromme uit te meten. Het eene uiteinde van dit horizontale deel was betrekkelijk dicht bij den vibrator. Waarschijnlijk hebben de 2 richtingsveranderingen der leiding en de laatstgenoemde omstandigheid gemaakt, dat ook nu geen bevredigende resul-

[1]) ZEEMAN, Zittingsverslag der Wis- en Nat. Afdeeling van October en November 1895.

[2]) In mijn vorige mededeeling gaf ik op 6.5 M. De waarde 6.6 is echter nauwkeuriger.

[3]) v. GEITLER, Wied Ann. Bd. 49 p. 184. 1893.

taten werden verkregen. Het gelukte mij eerst die te krijgen, toen ik den vibrator in een afzonderlijk gebouwtje had opgesteld en de leiding in één rechte lijn kon laten doorloopen. De 2 horizontale draden loopen nu in een horizontaal vlak recht door tot aan de uiterste plaats waar de brug bij de bepaling der interferentie-kromme komt te liggen. Het dan nog volgend deel der dubbelgeleiding, dat alleen dient om de golven die bij genoemde meting voorbij de brug gaan te laten doodloopen, behoefde natuurlijk niet zoo zorgvuldig te worden opgesteld.

4. De waarnemingen over de absorptie hadden plaats met den vroeger gebruikten bak en ook de wijze van werken is dezelfde als vroeger. Steeds werd de vermindering van de energie der trillingen in den electrolyt bepaald door langs de 2 evenwijdige draden in het inwendige der vloeistof de kleine Leidsche fleschjes te verschuiven, die met den bolometer in verband staan. De afstand in cm. waarover de fleschjes verschoven werden ziet men uit de volgende tabellen.

De einduitkomst voor één reeks berust meestal op 3 $\times$ 4, soms op 4 $\times$ 4 afzonderlijke waarnemingsreeksen.

Onder absorptie-coëfficient versta ik de waarde van p in de uitdrukking Ae^{-2pz}, waarin A de invallende energie, z de lengte van de doorloopen laag vloeistof voorstelt.

5. *Metingen met de golf van* 6.6 *M.* (logarithmisch decrement $\gamma = 0.34$); draaddikte 0.70 mM. De vermindering der energie in de vloeistof wordt door „waargenomen uitslag" aangegeven. Onder „berekende uitslag" zijn opgenomen de, met behulp der zich bij de waarnemingen zoo goed mogelijk aansluitende waarde van p, uit den exponenticelen vorm volgende waarden. Die waarde van p is onderaan de tabel gegeven. In de vierde kolom zijn de verschillen tusschen de waargenomenen berekende waarden aangegeven.

	$\lambda = 3480.10^{-10}$			$\lambda = 8100.10^{-10}$		
Doorloopen Vloeistof.	Waargen. Uitslag.	Berek. Uitslag.	Verschil.	Waargen. Uitslag.	Berek. Uitslag.	Verschil.
0	46.3	46.3	0.0	35.0	35.0	0.0
2.5	28.5	29.3	— 0.8	14.7	15.3	— 0.6
5	17.7	18.5	— 0.8	6.8	6.7	+ 0.1
7.5	11.7	11.7	0.0	2.3	3.0	— 0.7
10	8.5	7.4	+ 1.1	0.7	1.3	— 0.4
15	4.5	3.0	+ 1.5			
20	1.6	1.1	+ 0.5	0.3	0	+ 0.3
47	0	0	0.0	0	0	0
$p =$	0.091			= 0.165		

	$\lambda = 14600.10^{-10}$			$\lambda = 28000.10^{-10}$		
Doorloopen Vloeistof.	Waargen. Uitslag.	Berek. Uitslag.	Verschil.	Waargen. Uitslag.	Berek. Uitslag.	Verschil.
0	22.6	22.6	0.0	13.9	13.9	0.0
1	14.3	14.3	0.0	7.8	7.6	+ 0.2
2	8.1	8.9	— 0.8	4.2	4.2	0.0
3	4.8	5.6	— 0.8	1.9	2.3	— 0.4
4	3.6	3.5	+ 0.1			
6	0.9	1.4	— 0.5			
10	0.1	0.2	— 0.1	0.5	0.6	— 0.1
30	0	0	0	0	0.0	0
$p =$	0.231			= 0.300		

6 *Metingen met de golf van* 11.8 *M.*[1] ($\gamma = 0.38$); draaddikte 0.83 mM.

	$\lambda = 11400.10^{-10}$			$\lambda = 16000.10^{-10}$		
Doorloopen Vloeistof.	Waargen. Uitslag.	Berek. Uitslag.	Verschil.	Waargen. Uitslag.	Berek. Uitslag.	Verschil.
0	43.0	43.0	0.0	33.0	33.0	0.0
1	34.5	32.8	+ 1.7	22.5	23.6	— 1.1
2	25.5	25.1	+ 0.4	19.0	16.8	+ 2.2
3	19.7	19.1	+ 0.6	11.5	12.0	— 0.5
6	7.2	8.5	— 1.3	4.5	4.4	+ 0.1
9	3.0	3.8	— 0.8	3.5	1.6	+ 1.9
19	0.3	0.3	0.0	0	0.1	— 0.1
$p =$	0.135			= 0.170		

[1]) Bepaald volgens de methode van BJERKNES. Voor berekening van den trillingstijd uit de afmetingen van den vibrator door middel van de formule $2\pi\sqrt{L.C}$ werd de gevonden golflengte nog gecontroleerd. De waarde van den coëfficient van zelfinductie L bepaalde ik volgens de formule van MASCART. De capaciteit C werd direct door mij gemeten

	$\lambda = 20600.10^{-10}$			$\lambda = 29800.10^{-10}$		
Doorloopen Vloeistof.	Waargen. Uitslag.	Berek. Uitslag.	Verschil	Waargen. Uitslag	Berek. Uitslag.	Verschil.
0	51.0	51.0	0.0	47.7	46.5	+ 1.1
1	33.7	34.0	— 0.3	28.0	28.7	— 0.7
2	22.7	22.7	0.0	18.0	17.7	+ 0.3
3	19.3	15.1	+ 4.2	14.3	10.9	+ 3.4
6	7.3	4.5	+ 2.8	5.7	2.6	+ 3.1
9	3.3	1.3	+ 2.0	1.4	0.6	+ 0.3
19	0	0	0	0	0	0
$p =$	0.200			= 0.240		

$\lambda = 40000.10^{-10}$			
Doorloopen Vloeistof.	Waargen. Uitslag.	Berek. Uitslag.	Verschil
0	27.1	27.1	0.0
1	15.9	15.3	+ 0.6
2	7.9	8.7	— 0.8
3	4.9	4.9	0.0
6	1.5	0.9	+ 0.6
9	0	0.2	— 0.2
19	0	0	0
$p =$	0.285		

7. *Invloed van den galvanischen weerstand der draden.* Uit de theorie der voortplanting van electrische golven langs draden volgt, dat in enkele gevallen, o.a. bij grooten weerstand der evenwijdige draden de electrische krachtlijnen niet meer loodrecht op het draadoppervlak staan. Hiermee hangt onmiddellijk samen dat in die gevallen een deel der zich voortplantende energie in warmte wordt omgezet en dat dan dus de gemeten absorptie-coëfficient niet die van

den electrolyt is. Intusschen kan men er zich door berekening van overtuigen dat in ons geval deze foutenbron geheel binnen de grenzen der waarnemingsfouten valt. Men kan dus verwachten dat bij mijne proeven bij verandertng der draaddikte de gemeten absorptiecoëfficient dezelfde zal blijven. In één geval heb ik experimenteel gecontroleerd dat de draaddikte geen merkbaren invloed heeft op den gemeten absorptie-coëfficient [1]). Ik verving daartoe de draden van 0.70 mM. middellijn in den bak en ongeveer 60 cM. vóór den bak, door dikkere van 2.64 mM. De golflengte was 6.6 M. evenals boven en het geleidingsvermogen $\lambda = 3800.10^{-10}$. Het volgende werd gevonden:

Metingen met dikke draden.

$\lambda = 3800.10^{-10}$

Doorloopen Vloeistof.	Waargen. Uitslag.	Berek. Uitslag.	Verschil.
0	56.8	57.2	— 0.4
2.5	37.2	36.0	+ 1.2
5	22.4	22.7	— 0.3
7.5	14.0	14.3	— 0.3
10	7.3	9.0	— 1.7
15	2.5	3.6	— 1.1
31	0.0	0.2	— 0.2
40	0.0	0.0	0

$p =$ 0.093

Uit de graphische voorstelling der metingen met dezelfde golf en *dunne* draden (5) volgt dat aan het geleidingsvermogen 3800.10^{-10} beantwoordt 0.096. Binnen de grenzen der fouten van waarneming is dit dezelfde waarde als daareven bij *dikke* draden is gevonden.

---

[1]) Deze metingen waren reeds verricht toen door DRUDE metingen werden gepubliceerd, (Berichte d. Sächs. Gesellsch. d. Wiss. p 318, 320 1896) waaruit volgt dat de brekingsindex van electrische trillingen dezelfde blijft bij verandering van den draad diameter van 1 mM. tot $^1/_2$ mM. (draadafstand 18 mM.). Directe proeven over den invloed van den diameter op de absorptie heeft DRUDE echter, zoover mij bekend is, niet genomen.

De verkregen resultaten (5, 6) kunnen dus geen merkbare systematische fout, afhankelijk van den diameter van den draad, bevatten.

8. *Uitkomsten.* Een paar der resultaten die uit de gegeven waarnemingen kunnen worden afgeleid wensch ik iets nader te bespreken.

a. Men kan zich de vraag stellen: hoe verandert bij gegeven golflengte, de absorptie-coëfficient met het geleidingsvermogen? Het schijnt mij, met 't oog op de theorie van belang, te zien in hoeverre p met $\sqrt{\lambda}$ evenredig is. In de volgende tabellen zijn daarom de quotienten van $\frac{p}{10^3 \sqrt{\lambda}}$ bijeengebracht, afgeleid uit de waarnemingen van §§ 5 en 6.

Golflengte 6.6 *M.*

p	$\lambda \cdot 10^{10}$	$\frac{p}{10^3 \cdot \sqrt{\lambda}}$
0.091	3480	0.154
0.165	8100	0.183
0.231	14600	0.191
0.300	28000	0.179

Golflengte 11.8 *M.*

p	$\lambda \cdot 10^{10}$	$\frac{p}{10^3 \cdot \sqrt{\lambda}}$
0.135	11400	0.126
0.170	16000	0.134
0.200	20600	0.139
0.290	29800	0.139
0.285	40000	0.142

Let men op de getallen in de laatste kolom dan blijkt dat die voor elk der tabellen afzonderlijk bij grootere concentratie ongeveer constant zijn en dat dus dan binnen het onderzochte gebied *bij gegeven golflengte de absorptie-coëfficient bij benadering evenredig is aan den wortel uit het geleidingsvermogen.*

Stelt men de waarnemingen graphisch voor dan krijgt men fig. I.

b. Een tweede vraag die men zich stellen kan is deze: stel dat men uitgaat van een bepaalde golflengte en een bepaald geleidings-

Fig. 1.



Fig 2.

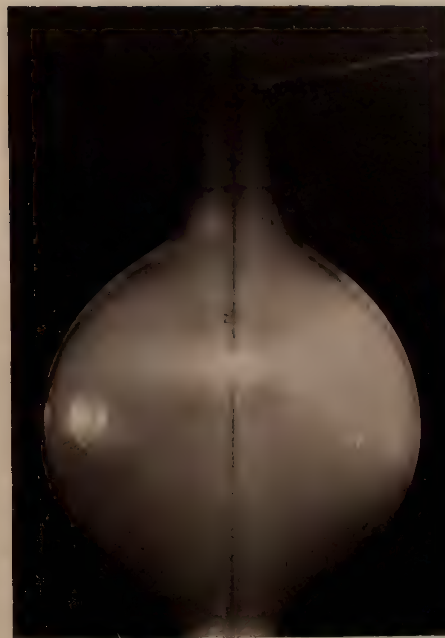


Fig. 3.



vermogen met daarbij behoorenden absorptie-coëfficient, hoe moet men dan bij vergrooting der golflengte het geleidingsvermogen veranderen om dezelfde absorptie te houden? Het antwoord op deze vraag kan men vinden in de volgende tabel. Met behulp der voorstelling I zijn voor 6 verschillende waarden van p de bijbehoorende λ's gezocht en de quotienten $\frac{\lambda}{l}\ 10^{10}$ opgemaakt voor elk der golven.

	Golflengte 6.6 *M.*		*Golflengte* 11.8 *M.*	
p	$\lambda . 10^{10}$	$\frac{\lambda}{l} . 10^{10}$	$\lambda . 10^{10}$	$\frac{\lambda}{l} . 10^{10}$
0.120	5000	758	10000	847
0.150	7000	1060	13000	1100
0.180	9300	1410	17400	1470
0.210	12200	1850	23200	1970
0.240	16200	2450	29800	2520
0.270	21600	3270	37400	3170

Let men op de mogelijke foutenbronnen dan geldt bij benadering bij niet te kleine concentratie de regel: *Vergroot men de golflengte en in dezelfde verhouding het geleidingsvermogen der oplossing dan blijft de absorptie dezelfde.*

In een diagram met λ en l als coördinaten zullen de punten die bij eenzelfde p behooren ongeveer in een rechte lijn liggen, die door den oorsprong gaat, zie fig. II.

c. De verandering van de absorbtie der energie met het geleidingsvermogen blijkt uit de graphische voorstelling III. Daarin zijn voor $\lambda\ 10^{10} = 5000$ tot $= 25.000$ en $l = 6.6$ M. de lijnen getrokken die de intensiteit op verschillende diepte in de vloeistof aangeven.

d. Uit *a* en *b* tezamen volgt binnen dezelfde grenzen, dat bij verschillende golflengte de intensiteit op het $^{1}/_{e}{}^{\text{de}}$ deel van de oorspronkelijke waarde afdaalt op afstanden die evenredig aan den wortel uit de golflengte zijn.

9. *Besluit.* Hoewel ik mij veroorloofd heb reeds enkele conclusies uit mijne metingen afteleiden, zoo meen ik toch uitdrukkelijk te moeten vermelden dat ik 't noodzakelijk acht deze gevolgtrekkingen langs anderen weg nog te bevestigen. Het is toch niet te ontkennen dat er vele omstandigheden zijn aantegeven, die storend op de metingen kunnen inwerken. In 't bijzonder kunnen op de eenvoudige

electriciteitsbeweging (door $l = 11.8$, $\gamma = 0.30$ bepaalde) die door ons als alleen bestaande is aangenomen, gesuperposeerd zijn geweest. Ja zelfs is 't mogelijk dat gedurende de proeven, die gesuperposeerde bewegingen veranderd zijn. Misschien zou zelfs de afwijking tusschen de laatste regels der kolommen „berekende uitslag" en „waargenomen uitslag" in § 6 betreffende $\lambda = 20000.10^{-10}$ en $\lambda = 29800\ 10^{-10}$ daaraan zijn toeteschrijven. Het is toch wel opmerkelijk dat dáár de „verschillen" tot een hooger bedrag opklimmen dan bij grooter en kleiner concentratie, hoewel de afwijkingen nog *kunnen* worden toegeschreven aan toevallige fouten. De wijze waarop ik mij voorstel contrôleproeven te nemen wil ik nog met een enkel woord toelichten.

De Leidsche fleschjes met den bolometer vormen, zooals men zeggen kan, een indifferent instrument. Onverschillig welke de trillingstijd is, *alle* electrische golven worden door den bolometer genoteerd. Men kan nu echter de Leidsche fleschjes door iets anders vervangen. Wanneer men nl. in de vloeistof, een daarvan geïsoleerden resonator brengt gestemd op den trillingstijd der golven waarvan men de absorptie wenscht te weten, dan wordt de zaak natuurlijk anders. De resonator zal alleen zeer gevoelig zijn voor trillingen die met de eigen trilling ervan overeenstemmen. De intensiteit der in den resonator opgewekte beweging kan natuurlijk weer met den bolometer worden gemeten en geeft een maat voor de daarop werkende krachten. Uit voorloopige proeven bleek mij reeds de mogelijkheid, metingen met de geschetste inrichting te doen. Verder onderzoek moet nog beslissen of de op deze wijze verkregen uitkomsten eenvoudig genoeg geïnterpreteerd kunnen worden.

Physiologie. — De Heer ENGELMANN deelt de uitkomsten mede van een onderzoek, door den Heer J. J. L. MUSKENS in het Physiologisch Laboratorium te Utrecht ingesteld „*omtrent reflexen van de hartekamer op het hart van kikvorschen*".

In de zeer uitgebreide literatuur, de physiologie en pathologie van het hart betreffende, vindt men slechts uiterst weinig positieve opgaven omtrent de sensibiliteit van het hart en het voorkomen van reflexen van het hart op het hart. GOLTZ constateerde bij kikvorschen, dat prikkeling van den sinus venosus met azijnzuur reflexbewegingen van het geheele dier kon uitlokken, minder gemakkelijk prikkeling der voorkamer, hoogst zelden die der kamer. Reflexen op het hart worden niet vermeld. WOOLDRIDGE zag bij electrische prikkeling der centrale stompen van verschillende takken der voorste kamerzenuwen bij honden polsvertraging, vergezeld van vertraging der arterieele drukking, en ZWAARDEMAKER bij konijnen na aanraking der kamer

met een stomp instrument verlenging van de twee eerstvolgende hartsperioden. Andere, als bewijzen voor reflexen van hart op hart, speciaal als bewijzen voor *intracardiale* reflexen aangevoerde physiologische waarnemingen (KÜRSCHNER, BUDGE, PAGLIANI, KAISER e. a.) zijn gebleken òf onjuist òf althans verkeerd geïnterpreteerd te zijn. Uit anatomische onderzoekingen is wel het bestaan van centripetale zenuwen in kamer en voorkamer met zekerheid gebleken, maar niets omtrent hun verband met centrifugaal op het hart werkende zenuwen. De pathologische en klinische waarnemingen zijn te ingewikkeld en voor te veel verschillende uitlegging vatbaar, dan dat zij afdoende bewijzen zouden kunnen leveren. Waar men bij den mensch het blootliggend hart heeft kunnen prikkelen (HARVEY, VON ZIEMSSEN e. a.), bleek het volkomen ongevoelig te zijn en werden ook reflexen op het hart zelf of op andere organen niet waargenomen. Bij gelegenheid mijner nieuwere onderzoekingen omtrent de bewegingen van het hart heb ik dikwijls terloops proeven omtrent sensibiliteit en reflexprikkelbaarheid van het kikvorschhart genomen, maar noch bij electrische, noch bij chemische, mechanische of thermische prikkeling der kamer verschijnselen kunnen constateeren, die met volkomen zekerheid als reflexen moesten worden opgevat. Er mocht intusschen aan dit negatief resultaat tegenover de boven vermelde positieve opgaven van GOLTZ, WOOLDRIDGE en ZWAARDEMAKER weinig waarde gehecht worden, te minder daar het aantal mijner proeven, hoewel niet klein, toch niet zoo groot was, als wenschelijk scheen met het oog op de complicatie der voorwaarden, waarvan het kunstmatig voortbrengen van duidelijke reflexen op de ingewanden feitelijk afhangt. De Heer J. J. L. MUSKENS nu heeft een uitgebreid onderzoek omtrent het al of niet voorkomen van reflexen van het hart, speciaal van de hartekamer, op het hart, ingesteld en daarbij belangwekkende positieve uitkomsten verkregen, die ik namens hem in het kort aan de Akademie wensch mede te deelen, terwijl de uitvoerige publicatie door den Heer MUSKENS in zijne dissertatie zal geschieden.

De proeven werden genomen op Rana temporaria en esculenta, in zeer verschillende tijden van 't jaar, meestal na uiterst zwakke vergiftiging met curare. Er werden slechts zulke proefdieren gebruikt, bij welke door kloppen op den buik (GOLTZ) een duidelijke reflectorische stremming van de hartsbeweging kon worden verkregen. De kansen, om reflexen van het hart uit op te wekken, bleken dan het grootst te zijn. Evenwel waren ook hieronder nog vele individus die slechts negatieve uitkomsten opleverden. Bij verreweg de meeste van alle onderzochte kikvorschen konden geen hartreflexen van de kamer uit opgewekt worden.

Als prikkel werd gebruikt kortdurende tetanisatie met afwisselend gerichte inductieslagen. Om extrapolaire prikkeling te vermijden, werd het hart omhuld door een dikke, met Na Cl van 0.6$^0/_0$ gedrenkte zeer weeke gelatinelaag. Slechts de kamerpunt stak nog uit en werd met de electroden in contact gebracht. De bewegingen der kamer, eventueel van kamer en voorkamer afzonderlijk, werden volgens de suspensiemethode geregistreerd op het pantokymographion, tegelijk met de electrische prikkels en met den tijd.

De effecten der prikkeling, door den Heer MUSKENS waargenomen, bleken van tweederlei aard te zijn, nl.:

a. locale, berustende op directe prikkeling van den spierwand der kamer;

b. reflectorische, berustende op prikkeling van centripetale zenuwen der hartekamer.

De *locale effecten* — als zoodanig gekarakteriseerd daardoor, dat zij ook aan de afgesneden, ganglienvrije kamerpunt worden waargenomen — bestonden in de eerste plaats in extrasystolen der kamer: zij werden nooit gemist wanneer de prikkels niet beneden een zekere matige sterkte bleven en niet in 't refractaire stadium vielen; in de tweede plaats in voorbijgaande verzwakking der kamersystolen. Dit laatste, negatief-inotroop effect werd alleen bij vrij sterke prikkels en vooral na verbloeden waargenomen. De phase van prikkeling scheen zonder invloed er op te zijn. Het verloop der werking was vrij langgerekt (begin na 0.7—1.9″, maximum na 4—9″, einde na 14—30″).

De *reflexen van de kamer op het hart* — als zoodanig gekenmerkt vooral daardoor dat zij slechts bij behouden samenhang van het hart met hersenen en ruggemerg tot stand komen — konden bestaan in wijzigingen van:

1°. de kracht en grootte der systolen (*inotroop* effect);

2°. het tempo der hartslagen (*chronotroop* effect);

3°. het motorische geleidingsvermogen van den hartswand (*dromotroop* effect).

Inotrope en chronotrope effecten konden òf positief òf negatief zijn, verreweg het meest waren ze van negatieven, depressorischen, aard. De dromotrope waren steeds negatief. Allen schijnen onafhankelijk van elkander plaats te kunnen grijpen, maar kunnen zich op zeer verschillende wijze en in verschillende kwantitatieve verhouding met elkander combineeren.

Het meest constante, dikwijls het eenige reflex bestond in *verzwakking der voorkamer-contracties*. Dezen konden volkomen onzichtbaar worden, terwijl de kamer gelijktijdig krachtig kon blijven doorkloppen. Het effect begon na een latentie van ongeveer 2—3″,

bereikte een maximum na 4—7", en duurde, allengs afnemende tot 5—13" na begin der prikkeling. Grootte en duur der verzwakking klommen met de sterkte der prikkels en met de gevoeligheid van het preparaat.

Inotrope reflexen op de kamer werden slechts in weinig gevallen waargenomen. Ze waren òf alleen positief, òf achtereenvolgens (na dezelfde prikkeling) positief en negatief. Ze gingen meestal spoedig voorbij en waren gering in grootte, vergeleken met de inotrope effecten op de voorkamer.

Chronotrope reflexen (bijna altijd negatief) werden in 13 van de 20 gevallen gezien, in 12 ervan gecombineerd met negatief inotroop reflex op de voorkamer, al of niet vergezeld van een negatief dromotroop effect op de geleiding van de voorkamer naar de kamer. In een enkel geval was het negatief dromotroop effect het eenige reflexverschijnsel. Sterkte en duur vermeerderden met de sterkte der prikkels. De latentie varieerde tusschen ongeveer 1.6 en 3.8". Het maximum werd weinige secunden na het begin bereikt.

Soms volgde op de eerste vertraging, na eenige perioden van normalen of nagenoeg normalen duur een tweede vertraging, een verschijnsel dat ook bij reflexen van maag en darm op het hart door mij dikwijls werd waargenomen.

De *dromotrope reflexen* waren steeds van negatieven aard. Zoowel de geleiding van Sinus naar Atrium als die van Atrium naar Ventrikel konden verandering ondergaan. Het interval A_s—V_s kon op meer dan het dubbele klimmen, ja de geleiding van de eene naar de andere hartsafdeeling geheel verbroken worden. Vermoeienis door de contractiegolf kon niet de oorzaak zijn, omdat de vertraging resp. opheffing der geleiding ook na zeer verlengde pauzen werd waargenomen. De latentietijd voor het negatief dromotroop reflex bedroeg gemiddeld eenige secunden (1.77—4.52), het maximum werd weinige secunden later en het einde eenige secunden na het maximum bereikt. Duur en sterkte van het effect klommen evenals die der andere reflexen met de sterkte der prikkeling en de prikkelbaarheid van het object. Soms volgde op de eerste een tweede vertraging der geleiding, gepaard aan een tweede negatief-inotroop reflex op A.

Alle hier beschreven reflexen bleven terstond uit — zelfs bij veel sterkere en langer aanhoudende prikkeling der kamer — zoodra hersenen en ruggemerg vernield werden. Geen een feit werd gevonden, dat ten gunste van het bestaan van intracardiale reflexcentra pleitte.

Uit de proeven van den Heer MUSKENS blijkt dus, dat van de kamer uit in sommige gevallen reflexen van den meest verschillenden

aard — inotrope, chronotrope en dromotrope — op het hart kunnen worden uitgelokt en dat die reflexen òf geïsoleerd òf op de meest verschillende wijze gecombineerd kunnen optreden. Hiermede is dus ook de mogelijkheid van doelmatige, regulatorische reflexen gegeven, die men op algemeene biologische gronden bij het hart verwachten moet. Daar de beteekenis van het hart voor de instandhouding van het individu ligt in het onderhouden van een geregelden bloedstroom in het lichaam, zullen doelmatige hartreflexen zoodanige zijn, die den behoorlijken toevoer van bloed uit het hart naar het arteriëele stelsel helpen waarborgen. Bij stoornissen in de functie der kamer zal men dus zoodanige reflexen op de hartswerking mogen verwachten als nuttig zijn om die stoornissen op te heffen of althans hare gevolgen voor de circulatie zooveel mogelijk onschadelijk te maken. Van den aard en de plaats der stoornissen in den hartswand zal afhangen, welke van de mogelijke reflexen of reflexcombinaties zullen tot stand komen. Uit de proeven van den Heer Muskens zijn hieromtrent geen bijzonderheden af te leiden, omdat in die proeven èn aard, èn wijze van applicatie en werking der prikkels geheel anderen waren, als ooit onder natuurlijke voorwaarden bij ontsteking, ontaarding enz. het geval zal zijn. Maar toch hebben ook in die proeven de reflexen meestal een onmiskenbaar compensatorisch, dus doelmatig karakter. Immers, de verhooging der actie van de kamer, die het directe gevolg is van de werking der tetaniseerende electrische stroomen op den spierwand, moet in haren invloed op den bloedstroom tegengewerkt worden door de negatief-inotrope reflexen op de voorkamer, die, waar het hart gevoelig bleek, bijna nooit gemist werden en evenzoo door de negatief-chronotrope reflexen, die zich dikwijls daarmede combineerden Ook de negatief-dromotrope effecten moeten in gelijken zin, d. i. compensatorisch, werken.

— De Heer van Dorp biedt voor de boekerij aan het proefschrift van den Heer P. H. van der Meulen, getiteld: „Zur Kentniss einiger Derivate der Camphersäure und Hemipinsäure".

— De Vergadering wordt gesloten.

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN.

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE

op Zaterdag 31 October 1896.

Voorzitter: de Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.
Secretaris de Heer J. D. VAN DER WAALS.

Het Proces-Verbaal der vorige zitting wordt gelezen en goedgekeurd.

Tot de ingekomen stukken behooren:

1°. Een schrijven van den Heer P. DROSTE, namens administrateurs van het Korthals-fonds, waarin hij mededeelt, dat in den loop der volgende maand weder *f* 600,— ter beschikking der Akademie zal gesteld worden.

De Voorzitter herinnert, dat volgens besluit der buitengewone vergadering, deze som zal dienen ter belooning van een onderzoek naar den invloed der duinwaterleidingen op de duinflora van Neder-

land. De Heer L. VUYCK, assistent in de Botanie te Leiden, zal onder de volgende voorwaarden met dat onderzoek worden belast: 1°. Na afloop van het onderzoek wordt een rapport ingediend aan de Akademie; 2°. Daarbij worden gevoegd alle verzamelingen van planten en plantendeelen, die tot dit onderzoek dienen — opdat deze door bemiddeling der Akademie het eigendom worden van het Herbarium der Nederlandsche botanische Vereeniging; 3°. Bij den aanvang van het onderzoek ontvangt de Heer L. VUYCK *f* 300,—, en nadat voldaan is aan de onder 1° en 2° gestelde voorwaarden het resteerende der som.

De Commissie die in deze zaak der Akademie van advies heeft gediend, wordt bestendigd.

2°. Een gedrukte circulaire van het „Committee of the British Association on zoological bibliography and publication" welke in handen wordt gesteld van de Heeren HOEK en WEBER om advies.

3°. Een schrijven van den Heer H. A. NABER, Phil. Nat. Cand. thans te Londen, waarin hij een verhandeling, getiteld: *De waterstof voltameter* versus *het absolute stelsel van electrische eenheden*, aanbiedt ter beoordeeling. De Voorzitter in de onderstelling, dat de bedoeling van den Heer NABER is deze verhandeling voor de werken aan te bieden, draagt de beoordeeling op aan de Heeren HAGA en LORENTZ. Inmiddels zal den schrijver gevraagd worden of hiermede aan zijn bedoeling voldaan is en hem medegedeeld worden, dat alleen in dat geval de Akademie de beoordeeling op zich kan nemen.

— De Heer HOOGEWERFF leest het levensbericht van wijlen het lid der Akademie A. C. OUDEMANS JR. De Voorzitter dankt den Heer HOOGEWERFF voor dit met piëteit gestelde levensbericht, dat opgenomen zal worden in het Jaarboek 1896.

Wiskunde. — De Heer W. KAPTEYN spreekt: „*Over het construeeren van krommen der derde klasse, die gegeven zijn door hunne reëele brandpunten, hun satellietpunt en éene raaklijn*".

Zijn de coördinaten van de brandpunten A, B, C en van het satellietpunt D eener kromme van de derde klasse $\alpha_1 \beta_1$, $\alpha_2 \beta_2$, $\alpha_3 \beta_3$ en $p\,q$, dan is de vergelijking dezer kromme in tangentiale coördinaten

$$(u\,\alpha_1 + v\,\beta_1 + w)\,(u\,\alpha_2 + v\,\beta_2 + w)\,(u\,\alpha_3 + v\,\beta_3 + w) - \\ - \lambda^2\,(u^2 + v^2)\,(u\,p + v\,q + w) = 0.$$

Is nu behalve de brandpunten en het satellietpunt nog éene raak-

lijn, d. i. een systeem waarden $u\,v\,w$ dat aan bovenstaande vergelijking voldoet bekend, dan is hierdoor de parameter λ^2 en derhalve de kromme geheel bepaald. Men moet dus met deze gegevens de kromme kunnen construeeren. Wil men dit echter uitvoeren dan stuit men op groote bezwaren. Wel kent men terstond de drie raaklijnen $A\,D$, $B\,D$ en $C\,D$ en zoude men gemakkelijk ook de raaklijnen kunnen vinden die met deze drie evenwijdig loopen, maar uit deze negen raaklijnen krijgt men nog geen voldoend beeld der kromme.

Ten einde zoovele raaklijnen aan de kromme te construeeren als men verkiest, bepale men de meetkunstige plaats van het voetpunt der loodlijn uit een brandpunt bijv. A op eene willekeurige raaklijn $u\,x + v\,y + w = 0$ neergelaten. Dit punt ligt dus behalve op de genoemde lijn, op de lijn

$$u\,(y - \beta_1) - v\,(x - \alpha_1) = 0.$$

Lost men uit beide vergelijkingen u en v op en substitueert deze waarden in de vergelijking der kromme dan vindt men de kromme van den vierden graad

$$\{(x-\alpha_1)(x-\alpha_2) + (y-\beta_1)(y-\beta_2)\}\{(x-\alpha_1)(x-\alpha_3) + (y-\beta_2)(y-\beta_3)\}$$
$$- \lambda^2\{(x-\alpha_1)(x-p) + (y-\beta_1)(y-q) = 0.$$

Is deze kromme, die we voetpuntskromme noemen, geconstrueerd dan levert de loodlijn in elk punt dezer kromme, opgericht op de lijn die dit punt met het punt A verbindt, eene raaklijn aan de gezochte kromme der derde klasse; men heeft daarin dus een middel om zoovele raaklijnen te construeeren als men verkiest.

Onderzoekt men nu of deze voetpuntskromme gemakkelijk te construeeren is.

De vergelijking der kromme laat eene eenvoudige geometrische interpretatie toe. Wanneer men toch uit een punt P $(x\,y)$ eene raaklijn trekt aan den cirkel

$$\left(x - \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right)^2 + \left(y - \frac{\beta_1 + \beta_2}{2}\right)^2 = \left(\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}\right)^2 + \left(\frac{\beta_1 - \beta_2}{2}\right)^2$$

op $A\,B$ als middellijn beschreven, dan is het vierkant van den afstand van P tot het raakpunt R_{ab} juist gelijk aan

$$(x - \alpha_1)\,(x - \alpha_2) + (y - \beta_1)\,(y - \beta_2).$$

Trekt men uit hetzelfde punt P raaklijnen aan de cirkels die op

$A\,C$ en $A\,D$ als middellijnen beschreven worden en noemt de raakpunten R_{ac} en R_{ad}, dan is evenzoo

$$\overline{P\,R}^2_{ac} = (x - \alpha_1)\,(x - \alpha_3) + (y - \beta_1)\,(y - \beta_3)$$

en

$$\overline{P\,R}^2_{ad} = (x - \alpha_1)\,(x - p) + (y - \beta_1)\,(y - q)$$

De vergelijking der voetpuntskromme zegt dus

$$\overline{PR}^2_{ab} \times \overline{PR}^2_{ac} = \lambda^2\,\overline{PR}^2_{ad}.$$

Hieruit blijkt, behalve eene geometrische eigenschap der voetpuntskromme ook de beteekenis van den parameter en tevens dat een punt P dezer kromme wanneer het niet buiten alle drie cirkels ligt, binnen twee dezer cirkels gelijktijdig moet liggen.

Stellen we nu tot afkorting

$$U = (x - \alpha_1)\,(x - \alpha_2) + (y - \beta_1)\,(y - \beta_2)$$

$$V = (x - \alpha_1)\,(x - \alpha_3) + (y - \beta_1)\,(y - \beta_3)$$

$$W = (x - \alpha_1)\,(x - p) + (y - \beta_1)\,(y - q)$$

dan kunnen we de vergelijking van de voetpuntskromme schrijven

$$U\,V - \lambda^2\,W = 0.$$

Deze kromme wordt verkregen als men eene willekeurige grootheid k elimineert tusschen

$$U + k\,\lambda^2 = 0$$

en

$$W + k\,V = 0$$

welke beide vergelijkingen cirkels voorstellen.

Wanneer men dus de snijpunten van de homologe cirkels van deze beide systemen bepaalt, dan liggen deze op de voetpuntskromme.

Deze cirkels zijn eenvoudig te construeeren. De eerste toch $U + k\,\lambda^2 = 0$ is een cirkel waarvan het middelpunt met dat van $U = 0$, t. w. het midden M van $A\,B$, samenvalt, terwijl zijn straal is $\sqrt{\overline{M\,A}^2 - k\,\lambda^2}$.

Om den tweeden cirkel te construeeren bepale men op de lijn $C\,D$ een punt R zoodanig dat $C\,R : R\,D = 1 : k$; de cirkel op $A\,R$

als middellijn beschreven is dus de gevraagde. Het spreekt van zelf dat de ontbinding van de vergelijking

$$U\,V - \lambda^2\,W = 0$$

nog op eene tweede wijze kan geschieden, t. w.

$$U + k\,W = 0$$

$$k\,V + \lambda^2 = 0$$

waarmede eene tweede wijze van constructie der voetpuntskromme overeenkomt.

Omtrent de gevonden voetpuntskromme kunnen we nog het volgende opmerken.

Wanneer men het punt A als oorsprong van coördinaten aanneemt is de vergelijking der kromme in polaire coördinaten

$$F(\varrho\,\theta) = \varrho^3 - \varrho^2\,\{(\alpha_2 + \alpha_3)\cos\theta + (\beta_2 + \beta_3)\sin\theta\} + \\ + \varrho\,\{(\alpha_2\cos\theta + \beta_2\sin\theta)(\alpha_3\cos\theta + \beta_3\sin\theta) - \lambda^2\} + \\ + \lambda^2\,(p\cos + q\sin\theta) = 0.$$

Hieruit volgt, zoo men de wortels dezer vergelijking noemt $\varrho_1\,\varrho_2\,\varrho_3$:

$$\varrho_1 + \varrho_2 + \varrho_3 = (\alpha_2 + \alpha_3)\cos\theta + (\beta_2 + \beta_3)\sin\theta$$
$$\varrho_1\,\varrho_2\,\varrho_3 = -\lambda^2\,(p\cos\theta + q\sin\theta)$$

De eerste dezer vergelijkingen zegt, dat het centrum der gemiddelde afstanden der drie snijpunten samenvalt met het voetpunt van de loodlijn uit het zwaartepunt van den driehoek $A\,B\,C$ op de lijn dezer punten nêergelaten; de tweede vergelijking toont aan, dat het produkt der drie afstanden gedeeld door den afstand van den oorsprong tot den voet der loodlijn uit D op de lijn waarop deze afstanden gemeten worden nêergelaten, constant is.

Schrijft men in dit coördinaten-systeem de tangentiale verg. der kromme derde klasse

$$f(u v w) = w\,(u\,\alpha_2 + v\,\beta_2 + w)\,(u\,\alpha_3 + v\,\beta_3 + w) - \\ - \lambda^2\,(u^2 + v^2)\,(u\,p + v\,q + w) = 0$$

dan vindt men de coördinaten der asymptoten door de waarde van $u\,v\,w$ op te zoeken die voldoen aan

$$f(u\,v\,w) = 0 \text{ en } \frac{\partial f(u\,v\,w)}{\partial w} = 0.$$

Vervangt men hierin u v en w door cos θ, sin θ en $-\varrho$ dan gaan deze vergelijkingen juist over in

$$F(\varrho\,\theta) = 0 \text{ en } \frac{\partial F(\varrho\,\theta)}{\partial \varrho} = 0.$$

Hieruit volgt dat men, door uit den oorsprong (A) raaklijnen aan de voetpuntskromme te trekken en in de raakpunten loodlijnen op te richten, de asymptoten van de kromme der derde klasse verkrijgt.

De punten op de voetpuntskromme die correspondeeren met de keerpunten zijn die wier kromtecirkels door den oorsprong (A) gaan, terwijl de keerpunten op deze cirkels diametraal tegenover den oorsprong liggen.

De hier gevonden voetpuntskromme is eene bicirculaire kromme van den vierden graad; de raaklijnen in de knooppunten welke in de oneindige cirkelpunten liggen, snijden elkaar in twee reëele punten, n.l. de middenpunten der lijnen $A\,B$ en $A\,C$. Deze punten zijn dus de dubbele brandpunten der voetpuntskromme.

Over dit onderwerp had een korte discussie plaats tusschen den Heer Schoute en den Spreker.

Natuurkunde. — De Heer Van der Waals geeft *„eene bijdrage tot de kennis der toestandsvergelijking"*.

De grootheid b, zooals die in de toestandsvergelijking voorkomt, heeft tot veel discussie aanleiding gegeven, zoowel wat de vraag betreft, wat zij voorstelt, als de wijze waarop zij in deze vergelijking optreedt. Dat zij, zooals reeds in den beginne was gesteld, bij zeer groot volume 4 malen het volume der molekulen voorstelt, kan door de onderzoekingen van Korteweg, Lorentz en anderen als vaststaande worden aangenomen. Maar op welke wijze deze factor van het volume afhangt, daarover staat nog niets vast, en dat punt is zelfs nog zelden in openlijke discussie gebracht. Toch zal dit moeten vastgesteld zijn, wil men de vraag tot beslissing brengen of het gedrag der gassen en vloeistoffen verklaard kan worden, door de molekulen de eigenschappen toe te kennen van elastische lichamen.

Het is bekend dat Clausius bij zijn onderzoek over de verkorting der weglengte ten gevolge der afmetingen der molekulen tot den factor 8 schijnt te komen. Later in zijn Mechanische Wärmetheorie, in 1891 uitgegeven door Planck en Pulfrich, Bd. III, bladz. 31 enz., vindt hij daarvoor de waarde $^5/_2$. Ik zeg schijnt te komen,

omdat CLAUSIUS zich alleen bezighoudt met de berekening der verkorting van de weglengte der molekulen ten gevolge hunner afmeting om deze grootheid zelve — en niet deze gebruikt om daaruit den invloed dezer afmeting op den druk te vinden.

In weerwil daarvan is naar het mij voorkomt, door de beschouwingen, die CLAUSIUS in laatstgenoemde bladzijden ontwikkelt, een weg aangewezen welke leiden kan tot de kennis van de wijze waarop b met het volume verandert — en zelfs is een eerste correctieterm op zeer gemakkelijke wijze te vinden.

CLAUSIUS brengt de beweging van het molekuul dat afmeting heeft, tot die van een punt terug, door al de anderen een tweemaal grooter straal te geven. Dan beweegt zich een punt in een ruimte die verminderd is met 8 maal het volume der molekulen. Dat hierdoor niet het eigenlijke vraagstuk is opgelost, dat door die 8 maal grootere bollen niet alleen als stilstaande in een toevalligen stand, maar ook als vaststaande te beschouwen, een tweemaal grootere waarde dan moest, gevonden wordt, is reeds bij vroegere gelegenheid door mij opgemerkt; maar nemen wij dit voorloopig als toegegeven aan, dan kunnen wij het vraagstuk van een enkel punt dat beweegt te midden van de afstandssferen der overigen, voor ons vraagstuk laten dienen.

Stellen wij bijv. zeer groot volume, dan kunnen wij de afstandssferen der overigen allen denken zonder dat zij elkander dekken. Noemen wij het aantal molekulen N en den diameter van een molekuul s, dan is $N\,{}^4/_3\,\pi\,s^3$ de dubbele waarde door b voorgesteld, of $b = N\,{}^2/_3\,\pi\,s^3$. Maar dat al die afstandssferen aldus gelegen zijn, mogen wij zelfs in zeer groot volume niet aannemen, als wij alle overige standen als even waarschijnlijk beschouwen. Er zullen op elk gegeven oogenblik enkele molekuulparen zijn die elkander aanraken, of in elkanders onmiddellijke nabijheid zijn, met andere woorden er zullen afstandssferen zijn die elkander gedeeltelijk bedekken, — en de eerste correctie zal gevonden zijn, als men voor elke afzonderlijke afstandssfeer bepaalt de gemiddelde waarde van het stuk dat door een andere sfeer bedekt wordt.

Ter berekening daarvan diene het volgende: Nemen wij het middelpunt van een bepaalde afstandssfeer. In een ruimte, gelegen tusschen r en $r + dr$ daarvan verwijderd, welke een grootte heeft gelijk $4\,\pi\,r^2\,dr$, liggen $N\,\dfrac{4\,\pi\,r^2\,dr}{V}$ middelpunten van andere sferen. De benedenste grens van r is gelijk s, de bovenste hangt af van de afmetingen van het vat. Is N groot dan kan $N\,\dfrac{4\,\pi\,r^2\,dr}{V}$ als vol-

komen nauwkeurig beschouwd worden. Voor het geheele aantal vindt men wel is waar niet $N-1$ maar $N-p$, waarin p òf een breuk òf een klein getal grooter dan 1 kan zijn; in elk geval een aantal dat bij de groote waarde van N als juist kan worden beschouwd. Slechts die sferen geven bedekking, waarvoor r ligt tusschen s en $2s$. Wat weggesneden wordt bij zulk een bedekking heeft den vorm van een bolvormig segment, waarvan de inhoud is gelijk aan $\frac{1}{2}\pi\left(s-\frac{1}{2}r\right)\left(s^2-\frac{1}{4}r^2\right)+\frac{1}{6}\pi\left(s-\frac{1}{2}r\right)^3$ of gelijk aan $\frac{\pi}{6}\left(4s^3-3s^2r+\frac{1}{4}r^3\right)$. De waarde van

$$\int_s^{2s} N\frac{4\pi r^2}{V}dr\frac{\pi}{6}\left(4s^3-3s^2r+\frac{1}{4}r^3\right)$$

stelt het stuk voor dat gemiddeld van elke afstandssfeer wordt uitgesneden.

Men vindt daarvoor ${}^4/_3\,\pi s^3\,\frac{17}{64}\;\frac{N\,{}^4/_3\,\pi s^3}{V}$ en het punt dat men zich in beweging denkt, beweegt zich dus in een ruimte V, welke verminderd is niet met ${}^4/_3\,\pi N s^3$, maar met

$$\frac{4}{3}\pi N s^3\left\{1-\frac{17}{64}\;\frac{N\,{}^4/_3\,\pi s^3}{V}\right\}$$

zoodat de grootheid b dan gelijk wordt aan

$$b_\infty\left\{1-\frac{17}{32}\;\frac{b_\infty}{V}\right\},$$

als men door b_∞ de waarde voorstelt, die b in oneindig groot volume heeft, en welke waarde gevonden kan worden door de afwijkingen van de wetten van Boyle en Gay-Lussac na te gaan in eenigszins verdunden gastoestand.

Het is echter gemakkelijk in te zien, dat deze berekende correctieterm de waarde van b te sterk vermindert. Hierbij is niet het geval voorzien, dat bij de ter beschouwing gekozen afstandssfeer, niet alleen een tweede dicht genoeg aanwezig is om een segment uit te snijden, maar ook een derde, waarvoor het uitgesneden segment gedeeltelijk met dat van de tweede samenvalt. Het stuk dat beiden gemeen hebben is te veel afgetrokken. En zoo zal voor ontmoetingen van 4-tallen enz. telkens een nieuwe term aan de correctie worden

toegevoegd. De coëfficienten zijn nog niet door mij bepaald — maar wij voorzien toch dat b van den vorm zal worden

$$b = b_\infty \left\{ 1 - \frac{17}{32} \frac{b_\infty}{V} + \varepsilon_1 \left(\frac{b_\infty}{V} \right)^2 \text{enz.} \right\}.$$

Wat zal hiermede gewonnen zijn? Een standvastige afwijking tusschen de uitkomsten der ervaring en berekening, nl. dat het kritisch volume steeds blijkt kleiner te zijn dan $3 b_\infty$, kan hierdoor verklaard worden. Men meene echter niet op deze wijze te kunnen verklaren, iets waarop sommige waarnemingen schijnen te wijzen, nl. dat het kritisch punt niet alleen een 3-voudig, maar zelfs een 5- of 7-voudig punt zou zijn. Men zou natuurlijk de coëfficienten ε_1, ε_2 enz. onbepaald latende, ze zoo kunnen bepalen dat in het kritisch punt $\frac{dp}{dv}$, $\frac{d^2p}{dv^2}$, $\frac{d^3p}{dv^3}$ enz. gelijk aan 0 wordt, maar alleen door het allergrootste toeval zouden de aldus gevonden waarden voor deze coëfficienten met de à priori vastgestelde kunnen samenvallen.

Dierkunde. — De Heer WEBER spreekt: „*Over het hersengewicht der Zoogdieren.*

Gedurende een aantal jaren had ik gelegenheid het hersengewicht van een groot aantal Zoogdieren te bepalen. Deze gewichtsbepalingen waren zoowel absolute als ook relatieve met betrekking tot het lichaamsgewicht van het onderzochte dier. Zijn voedingstoestand en zijn leeftijd werden bij dit onderzoek natuurlijk niet buiten beschouwing gelaten Steunende op deze gegevens, vermeerderd door een gering aantal opgaven, die in de litteratuur te vinden waren en het geheele aantal betrouwbare gewichtsbepalingen tot 254 deden stijgen, kwam ik tot de volgende conclusiën:

1. Ten opzichte van het absolute hersengewicht wordt de mensch slechts door de Olifanten en de grootere Cetaceen overtroffen.

2. Ten opzichte van het gemiddelde relatieve hersengewicht wordt daarentegen de Europeaan slechts door kleine zoogdieren overtroffen, die tevens uitsteken door een betrekkelijk zeer hoog hersengewicht. Als zoodanig zijn mij slechts de kleine zuid-amerikaansche apen bekend.

3. Bij vergelijking van kleine en groote zoogdieren blijkt de toename van het hersengewicht niet proportioneel te zijn met de toename van het lichaamsgewicht.

4. Regel is, dat binnen een natuurlijke orde van zoogdieren het relatieve hersengewicht afneemt bij toename van het lichaamsge-

wicht. Het bekende gezegde van CUVIER: „que toutes choses égales, les petits animaux ont le cerveau plus grand à proportion" is dus alleen juist voor kleine zoogdieren vergeleken met groote, die bij één zelfde natuurlijke orde behooren. Uitzonderingen ontbreken niet.

5. Tijdens den groei van het individu neemt het relatieve hersengewicht af, totdat het maximum van groei bereikt is. Deze vermindering is geen gelijkmatige, daar de groei der hersenen vroeger voltooid is dan de toename van het lichaamsgewicht.

Deze conclusiën, die — benevens de uitgebreide lijsten van gewichtsbepalingen waarop zij steunen — onlangs elders [1]) het licht zagen, werden onverwachts op een enkel punt op treffende wijze bevestigd en tevens uitgebreid. Weinige dagen geleden had ik gelegenheid het hersengewicht van het vrouwelijke exemplaar van Hippopotamus amphibius, dat gedurende 36 jaren in den tuin van het Kkl. Zoologisch Genootschap te Amsterdam leefde en 14 jongen ter wereld bracht, te onderzoeken. Het was dus zonder twijfel een volwassen dier. Ten gevolge van een buitengewone ontwikkeling van Echinococcus-blazen in de lever met consecutieve storing in de voeding, die als middellijke doodsoorzaak te beschouwen is, was het dier zeer vermagerd, zoodat zijn lichaamsgewicht slechts 1755 kilo bedroeg. Het hersengewicht bereikte slechts het geringe cijfer van 582 gr. De verhouding van het hersengewicht tot het lichaamsgewicht is dus gelijk 1 : 3105. Deze verhouding zou nog ongunstiger zijn voor de hersenen, wanneer het dier in beteren voedingstoestand had verkeerd [2]). Wat deze verhouding beteekent zal beter blijken uit de volgende overweging.

Het relatieve hersengewicht van het Nijlpaard is het laagste, dat tot heden door weging werd vastgesteld.

Er zijn wel opgaven van nog ongunstiger verhoudingen door vroegere onderzoekers (ESCHRICHT, SCORESBY e. a.) voor Cetaceen medegedeeld. Volgens hen bedraagt het relatieve hersengewicht van Megaptera boops $^1/_{12000}$, van Balaenopteru muscalus $^1/_{14000}$, van Balaena mysticetus zelfs $^1/_{22675}$. Deze cijfers berusten echter slechts op schatting. Wel weten wij, dat bij de Balaenopteriden de hersenen zeker tot 7 kilo zwaar kunnen worden, terwijl het gewicht van een Balaenoptera Sibbaldii door gedeeltelijke weging op 74000 K. werd bepaald. Daaruit volgt, dat het relatieve hersengewicht der

---

[1]) MAX WEBER: Vorstudien über d. Hirngewicht d. Säugethiere in: Festschrift für CARL GEGENBAUR III. Leipzig 1896.

[2]) Een mannelijk exemplaar, dat ik vroeger onderzocht maar dat eveneens door langdurige ziekte zeer was vermagerd, woog 1775 K.

grootste Balaenopteriden ongeveer $^1/_{14000}$ tot $^1/_{15000}$ bedraagt en dus belangrijk minder is dan bij Hippopotamus amphibius. Maar deze volgt dan ook onmiddellijk.

Ik had toch gelegenheid de hersenen van een olifant te onderzoeken, die 1642 K. wegende, in lichaamsgewicht niet belangrijk verschilde met den Hippopotamus. Anders het hersengewicht. Bij Hippopotamus 582 gr., was het bij den olifant 3370 gr. De verhouding van gewicht van hersenen en lichaam is dus bij den eersten 1 : 3105 bij den olifant 1 : 375. Nu zijn dit niet de maximale cijfers, die men bij olifanten aantreft. Bij een tweede exemplaar vond ik deze cijfers: lichaam 2047 K. hersenen 4660 gr. verhouding 1 : 439 ; en *Crisp*, die 1855 een reuzenexemplaar onderzoeken kon, geeft deze bedragen: lichaam 3048 K., hersenen 5430 gr., verhouding 1 : 560. Maar zelfs deze veel ongunstiger verhouding verschilt belangrijk van die van Hippopotamus.

Bij het trekken van verdere conclusiën uit deze gegevens, moet men wel in het oog houden, dat het lichaam, zoo te zeggen vertegenwoordigd is in de hersenen. Daaruit volgt, dat de naar inhoud en oppervlak omvangrijkere machine van een grooter zoogdier een grootere hersenmassa hebben moet voor de automatisch-reflectorische processen, die bij een grooter lichaam quantitatief belangrijker zullen zijn, dan bij een kleiner zoogdier. De hoogere psychische processen zijn daarentegen van de massa van het lichaam slechts in zooverre afhankelijk, als de zintuigelijke waarnemingen naar binnen worden gereflecteerd en gedeeltelijk ook in zooverre als de spier- en ingewandszenuwen het dier tot een voelend subject maken. Maar overigens zijn de psychische processen onafhankelijk van de massa van het lichaam. 582 gr hersenmassa zijn dus voldoende voor de enorme machinerie van een Hippopotamus en voor zijn gering psychisch leven. De zeer veel meerdere hersenmassa van een ongeveer gelijk grooten olifant kan dus moeilijk noodig zijn voor de automatisch-reflectorische processen. Zij vindt zeker voor een deel hare verklaring daarin, dat de olifant in bizondere mate een tastdier is en dat de groote hemispheren het centrale tastorgaan bevatten. Maar voor een ander deel zijn schors en merg der groote hemispheren die hersendeelen, waarin in hoofdzaak de voorstelling en de associatie van verschillende voorstellingen plaats grijpt. In tegenstelling met deze hoogere hersendeelen, waarin overleg, geheugen en het vermogen zetelt de buitenwereld door haar zintuigelijk waarneembare attributen te leeren kennen, komt in de lagere hersendeelen (kleine hersenen en omgeving) slechts het eigen lichaam tot bewustzijn door weerspiegeling der tijdelijke toestanden van het lichaam.

Nu heeft Flechsig aangetoond, dat het kind deze lagere hersendeelen volmaakt ontwikkeld ter wereld brengt. Niet zoo de hoogere. In de grootere hemispheren ontwikkelen zich eerst na de geboorte het eerst de zintuiggeleidingen. Eerst als de zintuigcentra voltooid zijn ontstaan de psychische- of associatiecentra, die zich door nieuwe banen onderling verbinden èn met de zintuigcentra. Deze laatste acquisitie is — historisch gesproken — zeker ook het laatst ontstaan bij de zoogdieren en de ontwikkeling der hersenen van het kind geeft een beeld van de phylogenese van dit orgaan bij de zoogdieren.

Als men uitgestorven zoogdieren met de recenten vergelijkt, is over het algemeen vooruitgang in verschillende richting waartenemen. Wij vinden toenemende complicatie en specialisatie — in overeenstemming met zekere levensvoorwaarden — in het gebit, in de structuur der ledematen. Maar vooral is vooruitgang waartenemen in de hersenen. Deze zijn wel niet in gefossiliseerden toestand tot ons gekomen, maar afgietsels van de schedelholte toonen op overtuigende wijze aan, dat de toename der hersenen, in 't bizonder der groote hemispheren, eene aanwinst is van betrekkelijk jongen datum. Niet alle zoogdieren waren in gelijke mate dien vooruitgang deelachtig. Almede het minst Hippopotamus, die ook hierin nog aan tertiaire zoogdieren herinnert. Bij Marsh vinden wij een soortgelijken gang van gedachten, maar gebaseerd slechts op den omvang der schedelholte, niet op de hersenen zelve. Er is reden te vermoeden, dat vele der uitgestorven zoogdieren te gronde moesten gaan, omdat zij het vermogen misten, het psychisch belangrijkste deel hunner hersenen tot verdere ontwikkeling te brengen. Blijkbaar is ook bij Hippopotamus dit adaptieve vermogen uiterst gering. Dat hij het houden kon in den strijd om het bestaan, zelf met zijn geringe hersenmassa, wordt verklaard door zijn veilige wijze van leven. Hij is thans ook ten ondergang gedoemd — door toedoen van den mensch. Maar met dien factor kon de natuur geen rekening houden.

Scheikunde. — De Heer Franchimont spreekt: „*Over het smeltpunt van organische stoffen*".

Voorcerst vestigt hij de aandacht op de smeltpuntsverandering, die plaats heeft bij het vervangen van zich aan koolstof bevindende waterstofatomen door andere elementen en atoomgroepen. Hij houdt het er voor dat deze, ofschoon aan 't zelfde koolstofatoom verbonden wordende, toch niet dezelfde plaats als de waterstof innemen, zoodat

eene vormverandering van het molecuul teweeggebracht wordt, die op het smeltpunt invloed heeft.

Bij de vervanging van waterstof heeft altijd verhooging van moleculgewicht plaats en deze schijnt op zich zelf smeltpuntsverhooging teweeg te brengen, hoewel andere invloeden tegelijkertijd en in tegengestelden zin werkende die zelfs kunnen opheffen.

Zoo geeft de vervanging van waterstof door de groep OH [1]) en door een zuurstofatoom [2]), door de groep NH_2 [3]) en door een stikstofatoom [4]) in de meeste gevallen verhooging van smeltpunt, al verschilt die verhooging ook naar gelang den stand der ingevoerde groep ten opzichte van reeds voorhandene groepen en naar den aard der stof waarin zij gebracht wordt. Daarentegen heeft bij 't vervangen van waterstof door chloor en door de atoomgroep CH_3 zóó dikwijls verlaging van smeltpunt plaats, dat men het, in 't laatste geval althans, bijna voor regel zou kunnen houden dat de groep CH_3 waterstof vervangende, gebonden aan zuurstof [5]) aan stikstof [6]) of aan koolstof [7]) het smeltpunt doet dalen; ofschoon ook hier naar gelang den stand dien zij ten opzichte van andere groepen inneemt het tegenovergestelde kan gebeuren. De vorm- of symmetrieverandering van het molecuul schijnt in dit geval een veel grooter rol te spelen dan de molecuulgewichtsvermeerdering. Zeer leerrijk is in dit opzicht de vergelijking van het malonzuur met zijne alkylderivaten. Wordt de groep CH_3 inplaats van een waterstofatoom der groep CH_3 gebracht, dan verdwijnt deze en de molecuulgewichtsvermeerdering kan dan het smeltpunt doen rijzen, tenzij de vormverandering van 't molecuul dit belet [8]). Komen drie groepen CH_3 in de plaats van de drie waterstofatomen eener groep CH_3, dan heeft steeds verhooging van smeltpunt plaats.

Met eene vorm- of symmetrieverandering kan ook in verband staan een verschijnsel, waarop door spreker in vereeniging met ZINCKE

---

[1]) Men vergelijke koolwaterstoffen met alcoholen, éénwaardige alcoholen met meerwaardige, aldehyden met zuren, zuren met oxyzuren enz.

[2]) Men vergelijke koolwaterstoffen met aldehyden en ketonen, alcoholen met zuren, zuren met ketonzuren, aminen met amiden, monoketonen met di-, tri en tetraketonen

[3]) Men vergelijke koolwaterstoffen met aminen, aldehyden met amiden, monaminen met diaminen.

[4]) Men vergelijke koolwaterstoffen met nitrilen.

[5]) Methylesters en aethers smelten lager dan zuren en phenolen enz.

[6]) Methylamiden smelten lager dan eenvoudige amiden.

[7]) Men vergelijke aldehyden met (2) ketonen en eveneens alcoholen, één- en tweebasische zuren en oxyzuren met hunne methylderivaten.

[8]) B. v. bij aethylesters vergeleken met methylesters, door de verlenging der zijketen.

reeds in 1872 is gewezen, nl. eene afwisseling in de smeltpunten bij termen eener zoogenaamde homologe reeks met een even en een oneven aantal koolstofatomen. Zij wezen er op bij éénbasische vetzuren, BAEYER in 1877 bij tweebasische zuren [1]).

Hing 't smeltpunt in homologe reeksen alleen van de molecuulgewichtsvermeerdering af, dan zou het increment steeds moeten afnemen; dit is niet altijd het geval, ook dit kan met eene vorm- of symmetrieverandering samenhangen. Overigens is het bekend, dat bij isomeeren zooveel verzadigde als onverzadigde en aromatische, het smeltpunt in verband staat met de structuur.

Ofschoon een vast bedrag voor de smeltpuntsverandering bij het invoeren van bepaalde elementen of atoomgroepen niet kan aangegeven worden, omdat behalve de twee genoemde nog vele andere invloeden tevens werkzaam zijn, heeft toch het letten op het qualitatieve van het verschijnsel, nl. het rijzen of dalen, in de praktijk zijn nut. Eene afwijking van 't gewone trekt dan onze aandacht en vereischt in de eerste plaats eene herhaalde zuivering der stof, maar kan ook aanleiding geven tot eene andere opvatting der structuur tot het opsporen van isomeeren, tot het vinden van andere eigenaardigheden der stof, waardoor zij veroorzaakt zou kunnen worden, kortom tot een nauwkeuriger onderzoek.

Een uitvoerig verslag zal later voor de Verhandelingen worden aangeboden.

— Wegens het vergevorderd uur stelt de Heer HAMBURGER zijne mededeeling uit tot de volgende vergadering.

Physiologie. — De Heer ENGELMANN spreekt: „*Ueber myogene Selbstregulirung der Herzthätigkeit.*"

Die Function des Herzens, Blut aus dem Ende des Venensystems in den Anfang des Arteriensystems hinüber zu pumpen, ist durch eine grosse Zahl von Einrichtungen gesichert. Die meisten dieser Einrichtungen sind im Herzen selbst gelegen. Aber nur wenige davon bestehen, wie die ventilartig wirkenden Klappen am Ein- und Ausgang der Kammer, in makroskopischen Eigenthümlichkeiten des Baus. Die grosse Mehrzahl ist bereits mit den Eigenschaften der mikroskopischen Elemente der Herzwand gegeben. Meinte man früher, dass in dieser Beziehung die Ganglienzellen und Fasern des intracardialen Nervensystems die entscheidende Rolle spielten, die neueren Untersuchun-

---

[1]) Een analoog verschijnsel schijnt ook voor te komen bij (2) oxyzuren, (2) ketonzuren, bij diaminen, hunne diurethanen en dinitraminen.

gen lassen keinen Zweifel dass im wesentlichen schon in den specifischen physiologischen Eigenschaften der *Muskel*zellen des Herzens Quelle und Bedingungen der so äusserst eigenthümlichen und zweckmässigen Wirkungsart der Herzpumpe liegen.

Muskelzellen des Herzens, nicht intracardiale Ganglien, erzeugen die motorischen Reize für die normalen Herzschläge. Ein automatisch-motorisches Nervencentrum im Herzen besteht nicht, die Muskelzellen selbst sind das excitomotorische Centralorgan.

Indem die um die Mündungen der grossen Herzvenen liegenden Muskelfasern in höherem Maasse als die übrigen automatisch reizbar sind, entsteht die systolische Zusammenschnürung der Herzhöhle stets zuerst an den am meisten stromaufwärts gelegenen Stellen und pflanzt sie sich von hier peristaltisch bis an den Ursprung der grossen Schlagadern fort, wird also das Blut in der erforderlichen Richtung vorwärts getrieben.

Die Fortpflanzung des motorischen Reizes erfolgt durch directe Mittheilung von Muskelzelle auf Muskelzelle, denn diese sind nicht durch isolirende Membranen oder Zwischenräume von einander getrennt, sondern bilden durch das ganze Herz hindurch eine einzige physiologisch leitende contractile Masse. Eine der wichtigen Folgen hiervon ist, dass partielle Herzcontractionen im Allgemeinen nicht möglich sind, sondern das Herz sich stets in allen seinen Theilen zusammenziehen muss, und dass auch beim Untauglichwerden der Muskeln in irgend einer Partie der Herzwand doch alle übrigen normal fortarbeiten können. Da die Muskelzellen zwar im Leben reizleitend verbunden sind, aber jede für sich absterben, werden anhaltend an vielen Stellen Zellen zu Grunde gehen und eventuell durch neue ersetzt werden können, ohne dass in irgend einem Augenblicke eine merkliche Störung der Herzthätigkeit stattzufinden braucht. Im Besondern wird der Herzschlag ungestört weiter gehen können, wenn auch alle Muskelzellen der grossen Venen bis auf eine einzige ihre automatische Thätigkeit einstellen sollten. Denn, wie die in der Sitzung vom 27 Juni d. J. mitgetheilten Thatsachen lehren, besitzen alle oder doch die meisten Zellen aller grossen Herzvenen (beim Frosch) hochgradige automatische Reizbarkeit und sind sie alle unter sich und mit dem übrigen Herzen motorisch leitend verbunden. Die enorm grosse Zahl der automatisch thätigen Zellen und die grosse Ausdehnung des Terrains, über das sie verbreitet sind, verbürgen offenbar in viel höherem Maasse den regelmässigen Fortgang des Herzschlags, als ein aus verhältnissmässig wenig Zellen bestehendes, auf einen engen Raum beschränktes Nervencentrum dies thun würde.

Innerhalb jeder einzelnen Herzabtheilung (grosse Venen, Sinus, Atrium, Kammer, Bulbus arteriosus beim Froschherzen) findet die Leitung des motorischen Reizes durch die Muskelzellen sehr rasch statt, die Zellen dagegen, welche die verbindenden Brücken zwischen den einzelnen, in der Richtung des Blutstroms auf einander folgenden Abtheilungen bilden (Gaskells Blockfasern), leiten langsam, in der Weise von glatten oder embryonalen Muskeln. Infolge hiervon zieht jede einzelne Herzabtheilung sich als ein Ganzes so gut wie gleichzeitig zusammen, kann aber die Systole jeder stromabwärts folgenden erst nach einem merklichen, zur Ueberführung des Bluts aus der einen in die andere Herzabtheilung genügenden Zeit erfolgen.

Kraft einer anderen Eigenschaft der elementaren Muskelzellen muss dieses Ueberführen von Blut stets so vollständig wie möglich erfolgen. Denn, anders wie bei gewöhnlichen Muskelfasern, sind Grösse und Kraft der Verkürzung der Herzmuskeln stets maximal, d. i. die grössten welche im gegebenen Augenblick möglich sind, nicht abhängig von der Stärke des Reizes. Die physiologischen Reize werden also innerhalb weiter Grenzen variïren können — und vermuthlich thun sie dies häufig — ohne dass Grösse und Kraft der Systolen davon etwas merken: gewiss eine der sichersten Bürgschaften für eine gleichmässige Versorgung der Arterien mit Blut.

In den Muskelfasern liegt endlich auch schon die Periodicität der Herzthätigkeit, der regelmässige Wechsel von Systole und Diastole mit Nothwendigkeit begründet. Denn durch die Systole selbst verlieren die Herzmuskelzellen vorübergehend Contractilität und Leitungsvermögen. Infolge davon haben sie immer Zeit zu erschlaffen, die Herzhöhlen also Zeit, sich wieder mit Blut zu füllen. Ein tetanisches Verschmelzen von Contractionen, wie bei gewöhnlichen Muskeln, ein krampfartiges Geschlossenbleiben der Herzhöhlen, das eine Unterbrechung der Blutanfuhr zum Arteriensystem und eine Stauung in den Venen zur Folge haben müsste, kann nicht vorkommen. Das Herz *muss* sich also, kraft des lähmenden Einflusses der Systole auf seine Muskelzellen, periodisch, d. i. so zusammenziehen wie seine Function als Pumpe dies fordert. Und hierbei arbeitet es, und wiederum vermöge einer Eigenschaft seiner Muskeln, im Allgemeinen so schnell wie unter den gegebenen Umständen möglich. Denn an den venösen Ostien entstehen, wie die am 27 Juni mitgetheilten Versuche beweisen, unaufhörlich, continuirlich, automatische motorische Reize. Contractilität und Leitungsvermögen brauchen also von der vorübergehenden Ermüdung nur so weit hergestellt zu sein, dass einer dieser Reize eine Contractionswelle auszulösen im Stande ist. Da die Stärke dieser Reize in den zahllosen Zellen der Venen ohne

Zweifel verschieden sein wird und für stärkere Reize das refractäre Stadium der Muskeln kürzer dauert als für schwächere, wird immer der stärkste der vorhandenen Reize die erstfolgende Contractionswelle auslösen, d. i. die Dauer der Herzpause bestimmen und diese also unter allen gegebenen Umständen stets ein Minimum sein müssen. Die Schwierigkeit welche aus dieser Vorstellung für den Blutstrom daraus zu entspringen scheinen könnte, dass die Contractionswelle dann wohl gelegentlich von einem den Atrien näher gelegenen Punkte der venösen Ostien ausgehen, also antiperistaltisch durch die Venen laufen wird, hat, wie ich früher schon bemerkte (l. c.) keine praktische Bedeutung, da bei der grossen Geschwindigkeit der Reizleitung in Verband mit der Schlaffheit der Venenwände ein irgend erhebliches Rückwärtstreiben von Blut nicht zu Stande kommen kann.

Geht aus allen diesen Thatsachen hervor, dass die so höchst eigenthümliche und zweckmässige Wirkungsweise der Herzpumpe der Hauptsache nach schon auf den Eigenschaften der elementaren Muskelzellen beruht, in diesen Eigenschaften liegen nun auch weiter noch die Mittel zur automatischen Regulirung gewisser Störungen der Herzbewegung, eine Zweckmässigkeit auf die ich hier im Besonderen die Aufmerksamkeit zu lenken wünsche.

Bei den Versuchen über die Wirkung von Extrareizen auf die venösen Ostien, über welche ich in der Junisitzung berichtete, fiel mir auf, dass sehr erhebliche Störungen des Rhythmus der Venen und des Sinus venosus häufig beinahe keinen Einfluss auf die Kammersystolen hatten. In allen Fällen waren die Unregelmässigkeiten in den Kammerpulsen viel weniger gross, als in den zugehörigen Pulsen der Venen und des Sinus, und fast immer wurde dabei der Rhythmus der Kammer qualitativ ganz anders modificirt als der der Herzwurzel. Statt beispielsweise einer verkürzten und einer verlängerten Periode, wie beim Sinus, kamen bei der Kammer drei bis fünf beschleunigte Herzschläge, oder: nicht die Kammerperiode, welche einer stark verkürzten Sinusperiode entsprach, war stark verkürzt, sondern erst die nächste, oder auch es schloss sich an eine verkürzte Sinusperiode eine stark verlängerte des Ventrikels an u.s.w. u.s.w. Die nähere Analyse dieser anfangs befremdenden und scheinbar regellosen Erscheinungen führte alsbald zur Einsicht, dass man es hier mit einer durchaus gesetzmässigen regulatorischen Einrichtung zu thun habe, welche sehr einfach aus den bekannten Wirkungen der Contractionswelle auf die Muskelzellen des Herzens zu erklären war.

Diese Wirkungen sind, wie ich früher ausführte, wenigstens dreifacher Art: chronotrope, inotrope und dromotrope, und zwar unter

normalen Bedingungen stets vorherrschend deprimirende, negative. Die Ergebnisse nun, welche die mit der Suspensionsmethode angestellten messenden Versuche über Grösse und Verlauf dieser drei Wirkungen in den verschiedenen Herzabtheilungen geliefert hatten, gestatteten eine selbst in Einzelheiten und bei den verschiedenartigsten Fällen genaue Ableitung der beobachteten Thatsachen.

Es kommen bei der Erklärung zunächst die chronotropen, namentlich aber die dromotropen Wirkungen der Contractionswelle in Betracht, durch welche die inotropen mitbestimmt sind.

Eine Selbstregulirung auf *chronotropem* Wege hat statt, indem nach einer sehr früh einfallenden Extrasystole der grossen Venen die Venenpause länger, nach einer sehr verlängerten Periode kürzer als normal ist. Obschon auf diesem Wege die primäre Differenz der Periodendauer nie volkommen, meist selbst nur in mässigem Grade compensirt wird, hat man es doch stets mit einer Wirkung in compensatorischem Sinne zu thun, welche die *mittlere* Pulzfrequenz constant zu halten strebt.

Wichtiger und in viel höherem Grade selbstregulirend ist der negativ *dromotrope* Effect der Systole. Durch den Einfluss, welchen die Contractionswelle während ihres Fortschreitens durch das Herz auf das Leitungsvermögen der Muskelsubstanz, namentlich an den Grenzen der einzelnen Abtheilungen, ausübt, können sehr bedeutende rhythmische, und die daraus entspringenden inotropen Störungen an den venösen Ostien für den Blutstrom nahezu oder völlig unschädlich gemacht werden, wie die folgenden Thatsachen und Betrachtungen näher zeigen. Wegen der grossen Verschiedenheit und der oft erheblichen Complication der thatsächlich vorkommenden Fälle ist es nöthig, die Beschreibung auf einige typische, einfache Fälle zu beschränken. Ich wähle vier, in denen die primäre dromotrope Störung der Herzthätigkeit an den venösen Ostien sich nur auf eine, höchstens zwei Perioden erstreckte. Von diesen vier Fällen geben Fig. 1—4 diagrammatische Vorstellungen, aus denen der Verlauf und Zusammenhang in den verschiedenen Abtheilungen des Herzens deutlicher werden wird, als aus einer blossen Beschreibung oder aus den Abbildungen der ursprünglichen Cardiogramme. Die Diagramme sind Schemata, denen jedoch die Resultate genauer Ausmessungen von Versuchen zu Grunde liegen Der Sinus und die grossen Venen werden hierbei als *eine* Herzabtheilung betrachtet, da sie in der Norm synchron arbeiten und dies auch in den meisten Fällen künstlicher Störung ihres Rhythmus noch thun. In einzelnen Fällen, bei einer äusserst früh einsetzenden Extrasystole, kann der dromotrope Effect der Systole sich auch durch Aenderung der Leitung von den

Venen (*Ve*) nach dem Sinus (*Si*) bemerklich machen, durch Ausbildung eines merklichen Blocks *VeSi*. Im Principe wird dadurch indessen nichts verändert, sondern nur eine noch vollkommenere Correction der Störung zu Stande gebracht. Diese Complication bleibe darum ausser Betracht.

In jeder der Figuren entsprechen die drei Abscissen der Zeit, und senkrecht übereinander liegende Punkte dieser Abscissen gleichen Zeitmomenten. Auf der obersten sind die Systolen des Sinus (*S*), auf der mittelsten die der Vorkammer (*A*), auf der untersten die der Kammer (*V*) durch Ordinaten angedeutet, deren Fusspunkte dem Beginn der Systolen, deren Höhe der Grösse der Contractionen, deren horizontale Abstände der Dauer der Perioden (*T*) entsprechen. Eine punktirte Linie verbindet die Ordinaten der zur nämlichen Contractionswelle gehörenden Systolen von *Si*, *A* und *V*. Die normale Dauer der Perioden ist 10 Abscisseneinheiten (à 1 mm) gleich gesetzt, der Betrag der Periodenverkürzung bez.-verlängerung auf halbe oder ganze Einheiten abgerundet.

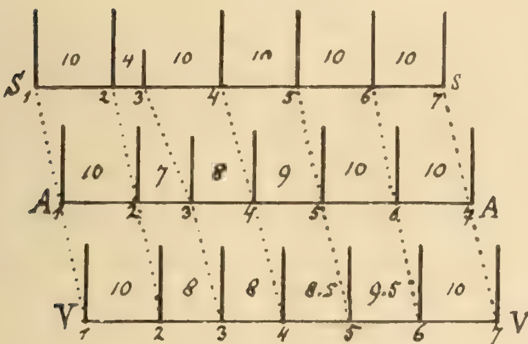
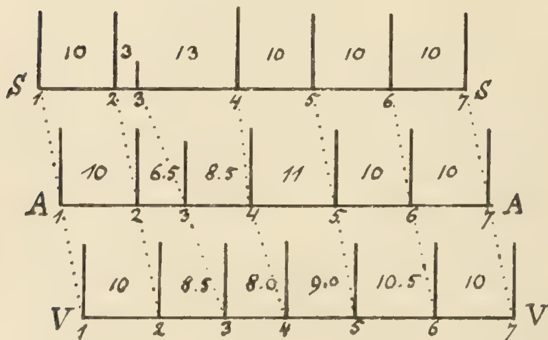


Fig. 1 zeigt den einfachsten Fall rhythmischer Störung: eine einzige Periode ist verkürzt, indem eine *Si*-systole (S_3) zu früh, nach 4 statt nach 10 Zeiteinheiten, einsetzt. Sie ist infolge dessen zu klein. Die folgenden *Si*-Perioden sind alle wieder normal. Die Reizwelle S_3 findet nun beim Fortschreiten nach *A* das Leitungsvermögen dahin noch geschwächt durch die negativ dromotrope Wirkung der kurz vorhergegangenen Welle S_2A_2. Infolge dessen beginnt A_3 nicht wie in der Norm um 3, sondern um 6 Zeiteinheiten später als die vorhergehende *Si*-systole, die zweite *A*-periode ist desshalb nicht wie die zweite *Si*-periode von 10 auf 4 sondern bloss auf 4 + 3 = 7 verkürzt. Weiter nach der Kammer fortschreitend findet die Welle auch hier die Leitungsgeschwindigkeit noch subnormal. V_3 kommt deshalb später als normal, 4 statt 3 Zeiteinheiten nach *A*. Die Dauer der zweiten *V*-periode (TV_2) wird also 8. Die vierte Welle, welche von *Si* nach der normalen Zeit 10 ausgeht, findet die Leitungsgeschwindigkeit nach *A* wieder normal (streng genommen noch etwas geschwächt), A_4

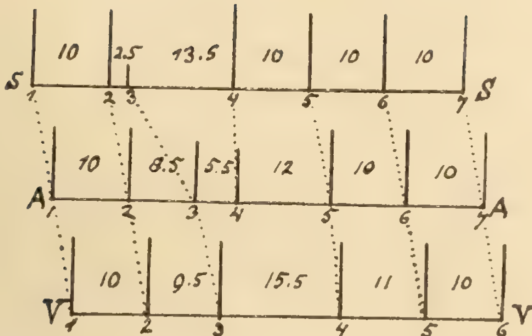
folgt also zur gewöhnlichen Zeit (3) auf S_1. Da aber A_3 zu spät gekommen war, muss die dritte A-periode zu kurz ausfallen, TA_3 wird = 8. Weiter schreitend findet die Welle an der AVgrenze die Leitungsgeschwindigkeit noch nicht wieder normal, da die letzte Welle (A_3V_3) erst vor 8 Zeittheilchen, statt vor 10 den Block AV passirt hatte. TV_3 wird deshalb zu kurz und zwar = 8, wie TV_2.

Wenn man in derselben Weise die weiteren, vom Si ausgehenden Wellen verfolgt, so ergiebt sich, dass auch die vierte A-periode noch etwas zu kurz und erst die fünfte normal sein muss, während bei der Kammer auch die fünfte Periode noch etwas verkürzt ist und erst die sechste wieder die gewöhnliche Dauer von 10 bekommt.

In dem in Fig. 2 abgebildeten Falle ist ebenfalls eine Si-periode verkürzt ($TS_2 = 3$), die darauf folgende aber wegen des sehr frühen Einsetzens der Extrasystole Si_3 verlängert ($TS_3 = 13$). Verfolgen der einzelnen Wellen auf ihrem Weg nach V lehrt, dass wie im vorigen Falle die Unterschiede in der Dauer der Perioden dabei kleiner werden müssen, indem sie sich über eine grössere Zahl von Perioden vertheilen. Ausserdem bemerkt man, dass in A wie beim Si die zweite Periode die kürzeste ($TA_2 = 6.5$) die dritte auch verkürzt ($TA_3 = 8.5$) die vierte aber ($TA_4 = 11$) verlängert ist, während bei der Kammer die dritte die kürzeste ($TV_3 = 8$) und erst die fünfte länger als normal ($TV_5 = 10.5$) ausfällt.

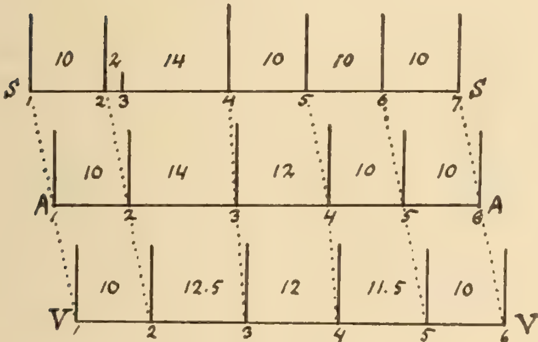


Der in Fig. 3 dargestellte Fall unterscheidet sich vom vorigen dadurch, dass die Extrasystole von Si noch früher einfiel ($TS_2 = 2.5$). Die Folgen hiervon sind diese. S_4 setzt nach merklich verlängerter Pause ein ($TS_3 = 13.5$). Auch A_3 folgt S_3 viel später als normal, wodurch TA_2 nur auf 8.5 und die correspondirende Kammerperiode TV_2 auf nur 9.5 reducirt wird. Die vierte von Si ausgehende Welle erreicht, wegen der langen Pause die vorhergeht, A schneller als in der Norm. A_4 setzt demzufolge schon 5.5 nach A_3 ein und die Welle kann nun nicht weiter nach V laufen, da die Leitung durch die kurz vorher hier passirte Welle A_3V_3 noch zu sehr geschwächt ist. Eine V-systole fällt also aus. Die fünfte, wieder nach normaler Pause von Si ausgehende Welle erreicht A zur gehörigen Zeit



(nach 3) und deshalb wird $TA_4 = 12$. Wegen der langen Dauer der Pause zwischen A_4 und A_5 schreitet die Contraction schneller als normal nach V weiter, die Dauer der dritten V-periode, durch das Erlöschen der vierten Welle vor V aussergewöhnlich verlängert, wird infolge hiervon etwas kürzer als sonst der Fall sein würde (15.5 statt 16.5). Die fünfte A-periode ist wieder normal, die ihr entsprechende vierte von V ist noch verlängert ($TV_4 = 11$), die darauf folgende wieder von gewöhnlicher Dauer.

In Fig. 4 endlich ist der Verlauf der Dinge dargestellt für den Fall dass die Extrasystole von *Si* so früh einfällt, dass die Welle nicht einmal A erreichen kann, sondern am Block *Si A* erlöscht. Infolge hiervon und zufolge der negativ chronotropen Verlängerung der dritten *Sinus*-periode auf 14, werden die zweite A- und V-periode maximal verlängert, (TA_2 auf 14, TV_2 auf 12.5) und sind auch die dritte A-periode und die dritte und vierte V-periode noch länger als normal, keine einzige A- und V-periode verkürzt, wie im Falle Fig. 3 und den früheren.



Die vier hier beschriebenen typischen Fälle stimmen, wie man sieht, bei grossen Unterschieden im Einzelnen, alle darin überein, dass die primäre Störung der Herzthätigkeit während des Fortschreitens der Contractionswelle nach dem Ventrikel über eine grössere Zahl von Perioden, bez. über eine längere Zeit vertheilt wird, wodurch die Unterschiede in der Dauer der einzelnen Perioden und damit auch die Unterschiede in der Grösse der Systolen in den verschiedenen Perioden abnehmen müssen.

Von dem absoluten und relativen Betrag der hierdurch erreich-

baren automatischen Correctur primärer chronotroper Störungen der Herzthätigkeit möge die folgende Tabelle noch eine nähere Vorstellung geben. Darin sind unter *Vc*, *A*, *V* die maximalen Unterschiede der Periodendauer anzugeben welche nach einer bestimmten Störung in den einzelnen Herzabtheilungen beobachtet wurden, und zwar in Procenten der normalen Periodendauer (*Tnorm*). Der absolute Werth von *Tnorm* in Secunden ist in der vorletzten Spalte, in der letzten die Zahl der Versuche, aus denen die Zahlen abgeleitet sind, verzeichnet. Der Ort der Herzwurzel, an welchem die primäre Störung (durch Einschalten einer Extrasystole) hervorgerufen wurde, ist in der zweiten Spalte angegeben.

Versuch 2 ist am Herzen von R. temporaria, alle übrigen an dem von R. esculenta angestellt. Die Circulation durchs Herz war in allen Fällen volkommen erhalten, Vaguswirkung aber durch vorhergehende subcutane Injection einiger Milligramme schwefelsauren Atropins (in 1 pCt. Lösung) ausgeschlossen. Uebrigens sind die Ergebnisse an unvergifteten Herzen ganz die gleichen, wenn nur dabei die Erregung der zum Herzen tretenden grösseren Nervenstämme vermieden wird. Wegen der näheren Einrichtung der Versuche und übrigen Details muss ich auf die demnächst erscheinende zweite Lieferung des 4ten Theils der „Onderzoekingen" des Utrechter Laboratoriums verweisen.

Tabelle.

No.	Ort der primären Störung.	Maxim. Unterschied von T für Vc	A	V	*Tnorm.*	Zahl der Versuche
1	Vena cava sup. dextra	75	30	25	1.98	8
2	„ „ inferior	71	44	39	2.10	1
3	„ „ sup. sin.	60	25.3	18.8	1.86	5
4	„ „ „ „	42	20.1	16.0	1.94	5
5	„ „ „ „	26.8	9.5	6.3	1.90	5
6	„ pulmonalis	71	35.6	—	2 395	5
7	„ „	63	33.6	—	2.35	5
8	„ „	54	30.7	—	2.36	5
9	„ „	38	25.6	—	2.335	5
10	„ „	18	4.0	—	2.290	5
11	„ cava inferior	61	—	13	1.32	1
12	„ „	58.5	—	18	1.33	1
13	„ „	46.5	—	14.5	1.37	1
14	„ „	33.0	—	9	1.35	1
15	„ „	50.5		12.3	1.348	10

Aus den vorstehenden Versuchen, insbesondere aus Versuch 1—5 geht noch hervor, dass die dromotrope Selbstregulirung des Herzschlags hauptsächlich auf dem Wege von den venösen Ostien bis zum Atrium stattfindet, beim Fortschreiten nach dem Ventrikel nur weiter ausgebildet wird. Messungen der Contractionsgrösse sind nicht in die Tabelle aufgenommen. Da in allen Herzabtheilungen diese Grösse mit der Dauer der vorhergehenden Pausen steigt und fällt, müssen wie schon bemerkt auch ihre Unterschiede auf dromotropem Wege ausgeglichen werden. In sehr vielen Fällen sind sie schon in *A*, fast immer in *V* unmerklich geworden, auch wenn sie in Venen und Sinus 50% und mehr betrugen.

Kurz zusammengefasst ist das Resultat unserer Versuche und Betrachtungen dies, dass die systolische Welle regulirend auf die Herzthätigkeit wirken muss insofern sie Tempo und Grösse der Vorkammer- und Kammer-contractionen constant zu halten sucht und Ursache ist, dass bei langsamerem Tempo der primären Herzreize eine grössere Menge Blut mit grösserer Geschwindigkeit und grösserer Kraft, bei beschleunigtem Tempo eine kleinere Blutmenge mit geringerer Schnelligkeit und geringerer Kraft durch das Herz hin nach den arteriellen Mündungen fortgetrieben wird.

Unsere Versuche enthalten ausserdem einige für die weitere Herzforschung wichtige Lehren. Sie zeigen, dass es nicht erlaubt ist, aus Störungen der rhythmischen Thätigkeit des Ventrikels ohne weiteres Schlüsse zu ziehen auf die primären Störungen des Rhythmus der automatischen Apparate. Nicht nur die Art der rhythmischen Störung, d.i. das Verhältniss der Dauer aufeinanderfolgender Perioden, ist beim Ventrikel im Allgemeinen eine andere als zur gleichen Zeit an der Herzwurzel, sondern auch die Zahl der Kammersystolen, also die Frequenz kann an beiden Stellen eine andere sein, insofern eine Vermehrung der Systolen an den venösen Ostien eine Abnahme der Pulszahl des Ventrikels zur Folge haben kann.

Da die hier beschriebenen rein myogenen Einflüsse sich ganz ausnahmslos, bei jedem Herzschlag, geltend machen müssen, werden sie bei jeder Analyse der normalen oder gestörten Herzthätigkeit, im Besondern bei der Zergliederung der durch Nerveneinflüsse oder Gifte hervorgerufenen Aenderungen des Herzschlags, streng in Betracht zu ziehen sein. Ueberhaupt wird ein tieferes Verständniss sowohl der Innervation des Herzens, wie der Giftwirkungen auf dasselbe erst zu erreichen sein, wenn man sich nicht, wie bisher meist geschah, auf die Beobachtung und Registrirung der Kammerthätigkeit und allenfalls der Vorkammer, beschränkt, sondern das Herz buchstäblich mehr an der Wurzel anfasst. Da es, wie ich mich überzeugt habe, sehr

gut möglich ist, mittels des Suspensionsverfahrens selbst bei ziemlich kleinen Fröschen und bei erhaltener Circulation, die Bewegungen von Venen, Sinus, Atrien und Ventrikel gleichzeitig messbar zu registriren, wird die technische Lösung der zahlreichen und verwickelten Probleme, die hier in Angriff genommen werden müssen, voraussichtlich nicht von unüberwindlicher Schwierigkeit sein. Ueber einige auf diesem Wege bereits erhaltene Resultate hoffe ich der K. Akademie in einer der nächsten Sitzungen Mittheilungen machen zu können.

Natuurkunde. — De Heer LORENTZ biedt eene mededeeling aan, getiteld: „*Eene algemeene stelling omtrent de beweging eener vloeistof met wrijving en eenige daaruit afgeleide gevolgen*".

§ 1. De bewegingsvergelijkingen voor eene onsamendrukbare vloeistof met wrijving kunnen geschreven worden in den vorm

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$\left.\begin{aligned}
\varrho\left(\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + w\frac{\partial u}{\partial z}\right) &= \mathbf{X} + \left(\frac{\partial X_x}{\partial x} + \frac{\partial X_y}{\partial y} + \frac{\partial X_z}{\partial z}\right)\\
\varrho\left(\frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} + w\frac{\partial v}{\partial z}\right) &= \mathbf{Y} + \left(\frac{\partial Y_x}{\partial x} + \frac{\partial Y_y}{\partial y} + \frac{\partial Y_z}{\partial z}\right)\\
\varrho\left(\frac{\partial w}{\partial t} + u\frac{\partial w}{\partial x} + v\frac{\partial w}{\partial y} + w\frac{\partial w}{\partial z}\right) &= \mathbf{Z} + \left(\frac{\partial Z_x}{\partial x} + \frac{\partial Z_y}{\partial y} + \frac{\partial Z_z}{\partial z}\right),
\end{aligned}\right\} \quad . \quad (2)$$

Daarin stellen voor:
ϱ de dichtheid,
u, v, w de snelheidscomponenten,
X, Y, Z de componenten der uitwendige kracht per volumeeenheid,
X_x, X_y, enz. de spanningscomponenten op vlakken, loodrecht op de coordinaatassen.

De waarde dezer laatste grootheden wordt, als p den druk en μ den wrijvingscoefficient voorstelt, bepaald door de vergelijkingen

$$X_x = -p + 2\mu\frac{\partial u}{\partial x}, \text{ enz.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

$$X_y = Y_x = \mu\left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\right), \text{ enz.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

§ 2. Wij onderstellen dat eene zekere ruimte τ, door een oppervlak σ (of meer dan één oppervlak) begrensd, geheel met de vloeistof gevuld is, duiden met $d\tau$ en $d\sigma$ elementen van de ruimte en van het oppervlak aan, en strekken de integraties die in de volgende vergelijkingen voorkomen, over de geheele ruimte τ of het geheele oppervlak σ uit. Dit laatste kan het grensvlak zijn tusschen de vloeistof en een vast lichaam, of wel een willekeurig oppervlak binnen de vloeistofmassa. Wij noemen n de met betrekking tot de ruimte τ naar buiten getrokken normaal, α, β, γ de hoeken die zij met de coordinaatassen maakt, X_n, Y_n, Z_n de spanningscomponenten op het oppervlak, zoodat

$$X_n = X_x \cos\alpha + X_y \cos\beta + X_z \cos\gamma, \text{ enz.} \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Tot het bedoelde theorema geraakt men nu, wanneer men *twee* bewegingstoestanden onderstelt, die beide aan de bewegingsvergelijkingen voldoen. Wij gebruiken voor den *eersten* bewegingstoestand de boven ingevoerde letters, voor den *tweeden* dezelfde letters, voor zoover noodig van accenten voorzien. Deze tweede toestand voldoet aan vergelijkingen, die volkomen met (1) — (5) overeenstemmen en die wij, zonder ze neer te schrijven, met (1′) — (5′) kunnen aanwijzen.

§ 3. Men beschouwe thans de integraal

$$\Omega = \int (u' X_n + v' Y_n + w' Z_n)\, d\sigma.$$

Door gebruik te maken van de betrekkingen (5) en te bedenken dat, als φ eene willekeurige functie is,

$$\int \varphi \cos\alpha\, d\sigma = \int \frac{\partial \varphi}{\partial x}\, d\tau,$$

$$\int \varphi \cos\beta\, d\sigma = \int \frac{\partial \varphi}{\partial y}\, d\tau, \text{ enz.},$$

vindt men voor die uitdrukking

$$\Omega = \int \left[\frac{\partial (u' X_x)}{\partial x} + \frac{\partial (u' X_y)}{\partial y} + \frac{\partial (u' X_z)}{\partial z} + \text{enz.} \right] d\tau.$$

Het woord „enz." dient hier en in het vervolg om aan te geven dat de termen, die uit de neergeschrevene volgen door twee malen eene cyclische letterverwisseling toe te passen, moeten worden toegevoegd.

Men kan nu Ω in twee deelen splitsen. Het eerste is

$$\Omega_1 = \int \left[u' \left(\frac{\partial X_x}{\partial x} + \frac{\partial X_y}{\partial y} + \frac{\partial X_z}{\partial z} \right) + \text{enz.} \right] d\tau,$$

en het tweede

$$\Omega_2 = \int \left[X_x \frac{\partial u'}{\partial x} + X_y \frac{\partial u'}{\partial y} + X_z \frac{\partial u'}{\partial z} + \text{enz.} \right] d\tau,$$

of, na substitutie van (3) en (4) en met inachtneming van (1')

$$\Omega_2 = \mu \int \left[2 \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial u'}{\partial x} + \text{enz.} + \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \left(\frac{\partial u'}{\partial y} + \frac{\partial v'}{\partial x} \right) + \text{enz.} \right] d\tau.$$

Daar deze uitdrukking niet verandert als men u, v, w en u', v', w' met elkaâr verwisselt, geraakt men tot dezelfde uitkomst als men uitgaat van

$$\Omega' = \int (u \, X'_n + v \, Y'_n + w \, Z'_n) \, d\sigma$$

en daarmede handelt als met Ω.

Stelt men dus

$$\Omega_1' = \int \left[u \left(\frac{\partial X'_x}{\partial x} + \frac{\partial X'_y}{\partial y} + \frac{\partial X'_z}{\partial z} \right) + \text{enz.} \right] d\tau,$$

dan wordt

$$\Omega - \Omega' = \Omega_1 - \Omega_1'.$$

In Ω_1 en Ω_1' substitueeren wij nu de waarden van

$$\frac{\partial X_x}{\partial x} + \frac{\partial X_y}{\partial y} + \frac{\partial X_z}{\partial z}, \text{ enz.},$$

die uit de vergelijkingen (2) en (2') voortvloeien.

Wij verkrijgen dan, wanneer wij tevens — wat wegens (1) en (1') geoorloofd is, —

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z}, \text{ enz.}$$

vervangen door

$$\frac{\partial (u^2)}{\partial x} + \frac{\partial (uv)}{\partial y} + \frac{\partial (uw)}{\partial z}, \text{ enz.},$$

de stelling

$$\int (u' X_n + v' Y_n + w' Z_n)\, d\sigma - \int (u X'_n + v Y'_n + w Z'_n)\, d\sigma =$$

$$= \varrho \int \left[\left(u' \frac{\partial u}{\partial t} - u \frac{\partial u'}{\partial t} \right) + \text{enz.} \right] d\tau - \int \left[\left(u' \mathbf{X} - u \mathbf{X}' \right) + \text{enz.} \right] d\tau +$$

$$+ \varrho \int \left[u' \left\{ \frac{\partial (u^2)}{\partial x} + \frac{\partial (uv)}{\partial y} + \frac{\partial (uw)}{\partial z} \right\} - u \left\{ \frac{\partial (u'^2)}{\partial x} + \frac{\partial (u'v')}{\partial y} + \frac{\partial (u'w')}{\partial z} \right\} + \text{enz.} \right] d\tau . (I)$$

§ 4. Wij passen deze stelling vooreerst toe in de onderstelling, dat beide bewegingstoestanden stationair zijn, dat er noch bij den eenen, noch bij den anderen uitwendige krachten werken en dat alle snelheden oneindig klein zijn. De vergelijking gaat dan over in

$$\int (u' X_n + v' Y_n + w' Z_n)\, d\sigma - \int (u X'_n + v Y'_n + w Z'_n)\, d\sigma = 0 \ . \ (II)$$

De twee bewegingstoestanden moeten thans, behalve aan (1) en (1') voldoen aan

$$-\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \, \Delta \, u = 0, \text{ enz.} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (6)$$

en

$$-\frac{\partial p'}{\partial x} + \mu \, \Delta \, u' = 0, \text{ enz.,} \quad . \ . \ . \ . \ . \quad (6')$$

Voor den *eersten* bewegingstoestand nemen wij thans een zoodanigen, als in werkelijkheid in een of ander geval in de ruimte τ bestaat, met waarden van u, v, w, enz., die in deze ruimte overal eindig en doorloopend zijn, voor den *tweeden* daarentegen een denkbeeldigen toestand, dien wij op de volgende wijze definieeren.

Zij P een willekeurig punt in de ruimte τ, B een kleine bol, om dat punt als middelpunt met den straal R beschreven, en laat u', v', w' zoo zijn als 't geval zou wezen, indien de vloeistof zich rondom B tot in 't oneindige uitstrekte en aan 't oppervlak van B

$$u' = c, \quad v' = 0, \quad w' = 0 \ (c \text{ eene oneindig kleine constante})$$

en op oneindigen afstand

$$u' = v' = w' = 0$$

was.

Dan is, als men P tot oorsprong van coordinaten kiest, en den

afstand tot P door r voorstelt,

$$u' = -\frac{1}{4} R^3 c \left(\frac{3x^2}{r^5} - \frac{1}{r^3}\right) + \frac{3}{4} Rc \left(\frac{x^2}{r^3} + \frac{1}{r}\right),$$

$$v' = -\frac{3}{4} R^3 c \frac{xy}{r^5} + \frac{3}{4} Rc \frac{xy}{r^3},$$

$$w' = -\frac{3}{4} R^3 c \frac{xz}{r^5} + \frac{3}{4} Rc \frac{xz}{r^3},$$

waaruit men gemakkelijk de waarden der spanningscomponenten kan afleiden.

Door nu de stelling (II) toe te passen op de ruimte tusschen het boloppervlak B en het oppervlak σ, en R tot 0 te laten naderen, vindt men

$$u_P = \frac{3}{4\pi} \int \frac{x}{r^5} (ux + vy + wz)(x \cos \alpha + y \cos \beta + z \cos \gamma)\, d\sigma +$$
$$+ \frac{1}{8\pi\mu} \int \left[\left(\frac{x^2}{r^3} + \frac{1}{r}\right) X_n + \frac{xy}{r^3} Y_n + \frac{xz}{r^3} Z_n\right] d\sigma \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Met u_P is hier de snelheid u in het punt P bedoeld; daar er ook dergelijke formules voor v_P en w_P bestaan, is het antwoord gevonden op de vraag, hoe de snelheid in een willekeurig punt der ruimte afhangt van de snelheden en de spanningscomponenten aan het grensvlak.

§ 5. Men kan van deze uitkomst gebruik maken om te bepalen, hoe een gegeven bewegingstoestand door een vlakken vasten wand, waarlangs de vloeistof niet kan glijden, „teruggekaatst" wordt. Te dien einde behandelen wij eerst het volgende vraagstuk.

Het verband te zoeken tusschen twee bewegingstoestanden (u_1, v_1 w_1, p_1) en (u_2, v_2, w_2, p_2), die zich beide over de ruimte aan de positieve zijde van het yz-vlak uitstrekken en voor welke in alle punten van dit vlak

$$u_1 = u_2, \quad v_1 = -v_2, \quad w_1 = -w_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

is.

De oplossing wordt gevonden door op beide bewegingstoestanden de vergelijking (7) toe te passen (in dier voege, dat men het oppervlak σ met het yz-vlak laat samenvallen) en van verschillende mathematische kunstgrepen, die hier ter bekorting moeten achterwege

blijven, gebruik te maken. Men vindt ten slotte voor elk punt der beschouwde ruimte

$$\left.\begin{aligned} u_2 &= u_1 - 2x\frac{\partial u_1}{\partial x} + \frac{x^2}{\mu}\frac{\partial p_1}{\partial x}, \\ v_2 &= -v_1 - 2x\frac{\partial u_1}{\partial y} + \frac{x^2}{\mu}\frac{\partial p_1}{\partial y}, \\ w_2 &= -w_1 - 2x\frac{\partial u_1}{\partial z} + \frac{x^2}{\mu}\frac{\partial p_1}{\partial z}, \\ p_2 &= p_1 + 2x\frac{\partial p_1}{\partial x} - 4\mu\frac{\partial u_1}{\partial x}. \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (9)$$

Inderdaad ziet men aanstonds dat de drie eerste vergelijkingen voor $x = 0$ overgaan in (8) en kan men door rechtstreeksche berekening aantoonen dat u_2, v_2, w_2, p_2 aan de bewegingsvergelijkingen voldoen, indien dit met u_1, v_1, w_1, p_1 het geval is.

Wat nu het vraagstuk der „terugkaatsing" betreft, onderstellen wij, dat de vaste wand met het yz-vlak samenvalt, en dat de vloeistof zich aan de zijde der positieve x-as bevindt. Wij stellen ons voor dat men, door aan een klein gesloten oppervlak in de vloeistof standvastige snelheden te onderhouden, of door op een deel der vloeistof standvastige uitwendige krachten te laten werken, een bewegingstoestand M_o opwekt, dien men kent voor het geval, dat bij afwezigheid van den vasten wand de vloeistof zich ook achter het yz-vlak (waar x negatief is) uitstrekt. Laat u_o, v_o, w_o de snelheden zijn, die bij dezen toestand aan het yz-vlak bestaan.

Men kan zich nu altijd een toestand M_1 vóór het yz-vlak denken, die (wat de snelheden betreft) het spiegelbeeld is van wat M_o achter het yz-vlak zou zijn. Aan dit vlak zelf zullen bij dezen toestand M_1 de snelheden

$$u_1 = -u_0, \quad v_1 = v_0, \quad w_1 = w_0$$

voorkomen. Leidt men dan uit den toestand M_1 door middel van de vergelijkingen (9) een toestand M_2 af, dan zullen de bij dezen voorkomende snelheden u_2, v_2, w_2 aan het yz-vlak voldoen aan

$$u_0 + u_2 = 0, \quad v_0 + v_2 = 0, \quad w_0 + w_2 = 0.$$

M_2 is dus de beweging, die, als de vaste wand er is, tegelijk met M_o bestaan kan.

§ 6. Kon men (§ 4) een bewegingstoestand met oneindig kleine snelheden u', v', w' zoo bepalen, dat aan het oppervlak van den oneindig kleinen bol B

$$u' = c, \quad v' = 0, \quad w' = 0$$

en aan het oppervlak σ

$$u' = v' = w' = 0$$

was, dan zou men uit (II) vinden

$$u_P = -\frac{1}{6\,\pi\mu\,cR}\int (uX'_n + vY'_n + wZ'_n)\,d\sigma.$$

Dan zou dus het vraagstuk zijn opgelost, om bij willekeurig gegeven snelheden aan het grensvlak σ de snelheden u, v, w in een willekeurig inwendig punt te bepalen.

§ 7. Wij stellen ons thans voor dat in de door het oppervlak σ omsloten ruimte een vast lichaam L geplaatst is, en nemen voor (u, v, w) in (I) een bewegingstoestand M, die mogelijk is, wanneer dit lichaam in rust wordt gehouden of eene gegeven beweging heeft.[1]) Voor (u', v', w') nemen wij een stationairen toestand met oneindig kleine snelheden en zonder uitwendige krachten, bij welken aan het oppervlak van L

$$u' = c, \quad v' = 0, \quad w' = 0$$

en aan σ

$$u' = v' = w' = 0$$

is. Elke oppervlakteintegraal in (I) splitst zich thans in eene integraal over het grensvlak σ en eene integraal over het oppervlak Σ van L. Daar nu de eerste integraal in (I), over Σ genomen, de met $-c$ vermenigvuldigde resulteerende kracht Ξ voorstelt, die het lichaam L bij den bewegingstoestand M in de richting der x-as ondervindt, verkrijgen wij

$$\Xi = -\frac{1}{c}\int (uX'_n + vY'_n + wZ'_n)\,d\Sigma - \frac{1}{c}\int (uX'_n + vY'_n + wZ'_n)\,d\sigma +$$

$$+\frac{1}{c}\int (u'\mathbf{X} + v'\mathbf{Y} + w'\mathbf{Z})\,d\tau - \frac{\varrho}{c}\int \left[u' \left\{ \frac{\partial(u^2)}{\partial x} + \frac{\partial(uv)}{\partial y} + \frac{\partial(uw)}{\partial z} \right\} + \text{enz.} \right] d\tau$$

Bestaan er bij den bewegingstoestand M geene uitwendige krachten

[1]) Deze beweging moet echter bestaanbaar zijn met een stationairen toestand (gelijkmatige wenteling van een omwentelingslichaam om zijne as).

en mag men de tweede machten der snelheden verwaarloozen, dan blijven in het tweede lid alleen de twee eerste termen over; dan kan dus de op L werkende kracht gevonden worden, zoo men slechts de snelheden u, v, w aan de oppervlakken Σ en σ kent. Bestaan er uitwendige krachten **X**, **Y**, **Z**, bij oneindig kleine snelheden, dan heeft men met een term meer te doen, maar ook nu nog is de kennis van u, v en w in elk punt der ruimte niet noodig. Dit is eerst het geval, wanneer men de tweede machten der snelheden in aanmerking neemt, maar, zoo men de nog hoogere machten verwaarloost, blijkt gemakkelijk uit den vorm van den laatsten term, dat men daarin de waarden van u, v en w mag substitueeren, zooals die door de bewegingsvergelijkingen voor oneindig kleine snelheden worden opgeleverd.

De formule is afgeleid met het oog op eene bepaalde toepassing, die echter nog niet is uitgewerkt.

Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt namens Dr. J. VERSCHAFFELT eene mededeeling aan: „*Over capillaire opstijging tusschen twee concentrische cylindrische buizen*", metingen verricht in het Natuurkundig Laboratorium te Leiden.

In een vorig stuk heb ik mijn uitkomsten medegedeeld omtrent metingen van capillaire stijghoogten van vloeibaar koolzuur. De proef werd zoo genomen dat de capillair in de as van eene wijde dikwandige buis werd geplaatst, en de verticale afstand werd gemeten tusschen het laagste punt van den meniscus in den capilair, en het horizontale raakvlak aan den meniscus in de ringvormige ruimte.

Stellen wij ons voor dat de wijde dikwandige buis van onderen open is en rechtop wordt gesteld midden in een oneindig uitgestrekten vloeistofspiegel, dan is de *werkelijke* stijghoogte H in den capillair gelijk aan de *schijnbare* stijghoogte h, vermeerderd met de stijghoogte h' in de ringvormige ruimte.

Zijn r_1 en r_2 de inwendige en uitwendige straal van den capillair, en r_3 de inwendige straal van de manometerbuis, zoo wordt gewoonlijk aangenomen voor de stijghoogte h' (Zie b.v. WINKELMANN, Handbuch d. Physik, 1891, Erster Bd., p. 460)

$$2\pi r_1 \alpha = \pi r_1^2 h$$

en $$2\pi (r_3 + r_2)\alpha = \pi (r_3^2 - r_2^2) h'$$

zoodat

$$\frac{h'}{h} = \frac{r_1}{r_3 - r_2} .$$

Deze betrekking onderstelt echter dat de langs de wanden, boven het horizontale raakvlak aan den meniscus, opgeheven vloeistofmassa ten opzichte van de totale opgeheven massa mag verwaarloosd worden; men komt ook tot dezelfde betrekking wanneer men onderstelt dat de meridiaandoorsnede van den meniscus cirkelvormig is. In eene nauwe cylindrische buis zijn beide onderstellingen niet ver af van de werkelijkheid; ook kan eene correctie worden toegepast die in de meeste gevallen ruim voldoende is.

Daarentegen is dit in eene eenigszins wijde ringvormige ruimte in het geheel niet het geval; want niet alleen is de stijghoogte klein, dus de fout, gemaakt door het verwaarloozen van de langs de wanden opgeheven vloeistofmassa, betrekkelijk heel groot; maar van een anderen kant is hier de grensvorm der meridiaandoorsnede van het oppervlak, voor oneindig kleine zwaartewerking, niet meer een cirkel, maar een stuk van de welbekende kromme lijn waaraan PLATEAU den naam van *nodoïde* heeft gegeven.

Bij volslagen gemis aan nauwkeurigen theoretischen grondslag voor het berekenen van h', heb ik in de vorige mededeeling gebruik gemaakt van eene reeds door HAGEN (Pogg. Ann., 67, 1846, p. 126), bij cylindrische buizen gemaakte hypothese, namelijk dat de meridiaandoorsnede van het oppervlak eene ellips zeer nabij komt; r is dan de halve groote as, en de pijl d van den meniscus de halve kleine as van de ellips. Volgens HAGEN geeft zulk eene onderstelling, voor cylindrische buizen, uitkomsten die met de werkelijkheid goed overeenstemmen.

Dezelfde onderstelling in het geval van een ringvormigen meniscus toegepast geeft:

$$\text{halve groote as} = \frac{r_3 - r_2}{2}$$

$$\text{halve kleine as} = d$$

d in dit geval zijnde de hoogte tot waar de vloeistof, langs den wand der manometerbuis, boven het horizontale raakvlak wordt opgeheven.

Nu geeft de algemeene vergelijking van het oppervlak:

$$\sigma \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right) = g\,(\varrho_v - \varrho_d)\,y\,,$$

in de capillaire buis

$$\frac{2\,\sigma}{r_1} = g\,(\varrho_v - \varrho_d)\,H = g\,(\varrho_v - \varrho_d)\,(h + h').$$

In het horizontale raakvlak aan den ringvormigen meniscus is de radiale kromtestraal de kromtestraal in den top van de ellips, dus $\frac{1}{R} = \frac{d}{\left(\frac{r_3-r_2}{2}\right)^2}$; terwijl de tweede kromtestraal volgens het theorema van MEUSNIER oneindig groot is, dus $\frac{1}{R'} = 0$. Men heeft bijgevolg

$$\frac{\sigma\, d}{\left(\frac{r_3-r_2}{2}\right)^2} = g\,(\varrho_v-\varrho_d)\,h'$$

$$\text{dus} \qquad \frac{h'}{h} = \frac{2\,d}{\frac{(r_3-r_2)^2}{r_1} - 2\,d}.$$

Het was noodzakelijk deze eenigszins gewaagde onderstelling aan eene vergelijking tusschen berekening en waarneming te toetsen, om te beslissen in hoeverre de op die manier aangebrachte correctie vertrouwen verdient. Deze vergelijking kon evenwel niet direct geschieden, daar de waarde van h' zelf niet kan waargenomen worden; echter kon de berekende correctie aan eene experimenteele verificatie worden onderworpen.

Brengen wij denzelfden capillair in buizen van verschillenden diameter, dan moeten wij waarnemen dat de schijnbare stijghoogte hoe langer hoe grooter wordt naarmate wijdere buizen worden gekozen. Verder geeft het verschil tusschen de schijnbare stijghoogten in twee buizen gemeten, nauwkeurig het verschil der correcties voor de twee buizen aan. De *berekende* verschillen moeten dus vrij wel met de *werkelijke*, waargenomene overeenkomen, wil men in de aangebrachte correctie vertrouwen kunnen stellen. De absolute correctie blijft wel is waar onbekend, daar we de correctie voor de wijdste buis niet bepalen kunnen; blijken evenwel de berekende verschillen niet ver van de waargenomene af te liggen, zoo mogen wij besluiten dat de berekende correcties niet ver van de werkelijkheid verwijderd zijn.

De proeven werden genomen met vloeibaar chloormethyl. Deze stof, die in den handel te vinden is, kan gemakkelijk gezuiverd worden langs een reeds vroeger beschreven weg (zie KUENEN, Proefschrift, 1892, blz. 5). Ik verkoos een vloeibaar gas boven eene gewone vloeistof, omdat laatste sporen zoo gemakkelijk uit alle deelen van den toestel door leegpompen kunnen worden verwijderd.

Ten einde mij vrij te maken van fouten afkomstig van een onvolkomen cylindrischen vorm van den capillair, heb ik dezen zorgvuldig gecalibreerd, door het meten van de opstijging op verschillende hoogten, van 10 mM. tot 10 mM. ongeveer. Immers behalve de correctie van den ringvormigen meniscus, — die wij trouwens over de geheele lengte als constant mogen aannemen, want de pijl van den meniscus was op alle hoogten volkomen dezelfde, — is die stijghoogte slechts afhankelijk van den straal op de plaats waar de meniscus in den capillair wordt waargenomen; het verloop der stijghoogten geeft dus het omgekeerde beeld van het verloop van den straal.

Daar deze calibratie langer dan een dag heeft geduurd bleef de temperatuur, die der waterleiding, den heelen tijd door niet constant, doch zij wisselde slechts over enkele tienden van een graad; en daar ik uit een voorloopige proef eene benaderde waarde voor den temperatuurcoëfficient had gevonden, konden alle stijghoogten op dezelfde gemiddelde temperatuur 18^0 C. worden gereduceerd.

In het vervolg heb ik ondersteld dat de capillair een omwentelingslichaam is; het spreekt van zelf dat dit slechts bij benadering waar kan zijn. Daar het van belang was eene zoo zuiver mogelijk circulaire doorsnede te hebben heb ik een capillair gekozen waarvan de excentriciteit zeer klein bleek te zijn.

Twee reeksen van waarnemingen werden gedaan, ieder voor een helft van den capillair; na afloop der eerste reeks werd de capillair onderste boven gekeerd. In het midden der buis werden in beide gevallen waarnemingen gedaan, die dan ook prachtig overeenstemmen. Na iedere verplaatsing van den meniscus werd zoolang gewacht tot hij volkomen rustig bleef; ook werd waargenomen nu eens nadat vloeistof overgedistilleerd, dan eens nadat vloeistof uitgekookt was; in beide gevallen bleek de evenwichtstoestand dezelfde te wezen.

De capillair werd nu gebracht in buizen van verschillenden diameter, en stijghoogten gemeten voor eenige standen van den meniscus dicht bij het midden van den capillair. Werkelijk bleek de schijnbare stijghoogte met r_3 af te nemen, en het verschil in stijghoogte voor twee buizen op alle hoogten van den capillair hetzelfde bedrag te hebben.

De waarnemingen werden nu tot het midden van den capillair herleid en op 18^0 C. gereduceerd. Zoo werd gevonden:

buis n^0. I	r_3 = 10,4 mM.	h = 47,46 mM	d = 1,98 mM.
II	7,45	47,35	1,90
III	5,05	46,99	1,78
IV	3,25	46,36	1,40
V	2,95	46,20	1,24

In buis n°. III werd de calibratie uitgevoerd.
Daaruit volgt:

$$h'_{II} - h'_{I} = h_{I} - h_{II} = 0{,}11 \text{ mM.}$$
$$h_{III} - h'_{I} = \qquad 0{,}47$$
$$h'_{IV} - h'_{I} = \qquad 1{,}10$$
$$h'_{V} - h'_{I} = \qquad 1{,}26$$

r_3 werd met den cathetometer gemeten. Om volgens de beschouwde hypothese h' te kunnen berekenen moesten nog r_1 en r_2 worden bepaald; r_2 heb ik met een micrometerschroef bepaald en als gemiddelde over den geheelen capillair gevonden 0,464 mM.

Voor het bepalen van r_1 werd de capillair met kwik gevuld, en de daarin bevatte hoeveelheid kwik gewogen. Na volkomen schoon gemaakt te zijn werd de capillair aan een uiteinde dichtgesmolten, en in een buisje gebracht dat met kwik werd gevuld; dit buisje werd dan aan de luchtpomp verbonden en het kwik in het vacuum aan het koken gebracht om de laatste sporen lucht of vochtigheid te verwijderen. Na toelaten der lucht en afkoeling tot op kamertemperatuur: 20°,3 C. werd het buisje opengemaakt en de capillair er uit genomen, die volkomen met kwik gevuld bleek te zijn.

De capillair werd nu gewogen, daarna het dichtgesmolten puntje afgebroken, waarbij het kwik uit den capillair viel; en eindelijk de ledige capillair gewogen met het afgebroken puntje er naast, waarin natuurlijk nog eene kleine hoeveelheid kwik was gebleven.

Het gewichtsverschil, dat 0,05710 gr. bedroeg, stelt voor het gewicht van het kwik dat de ruimte vulde van den overgebleven capillair, waarvan de lengte was 218,7 mM. Daar bij 20°,3 de dichtheid van kwik 13,546 is, is het volumen van den capillair 4,215 mM^3, en bijgevolg de gemiddelde straal

$$r_m = 0{,}0783 \text{ mM.}$$

Nu moest nog worden bepaald welke de waarde is van r_1 in het midden der buis. Om die te vinden heb ik gebruik gemaakt van de uitkomsten der calibratie. Wij hebben immers $V = 4{,}215 = \int_0^l \pi\, r^2\, dl$,

en daar $r = \dfrac{2\,\sigma}{g\,(\varrho_v - \varrho_d)} \cdot \dfrac{1}{H}$ is, $V = \dfrac{4\,\pi\,\sigma^2}{g^2\,(\varrho_v - \varrho_d)^2} \cdot \displaystyle\int_0^l \frac{dl}{H^2}$.

Stellen wij $H = H_m + \delta$, H_m zijnde de waarde van H die met $r = r_m$ overeenkomt; dan is $H_m = \dfrac{2\,\sigma}{g\,(\varrho_v - \varrho_d)} \cdot \dfrac{1}{r_m}$ en

$$V = \pi r^2_m \int_o^l \frac{dl}{\left(1 + \frac{\delta}{H_m}\right)^2} = \pi r^2_m \int_o dl \,(1 - \frac{2\delta}{H_m} + \ldots .);$$

en aangezien $V = \pi r^2_m l$, wordt H_m gegeven door

$$0 = \int_o^l dl \,(- \frac{2\delta}{H_m} + \ldots .) .$$

Een eerste benadering, waarmede wij trouwens kunnen volstaan, wordt gegeven door $\int_o^l \delta \, dl = 0$, dus $H_m l = \int_o^l H \, dl$; of, wat op hetzelfde neerkomt, aangezien $H = h + h'$, en wij aannemen dat h' een constante is: $h_m = \frac{1}{l} \int_o^l h \, dl.$

De oppervlakte $\int_o^l h \, dl$ heb ik berekend door een schets te maken op millimeterpapier, het aldus verkregen figuur uit te knippen, en het gewicht daarvan te vergelijken met het gewicht van 1 dM² van hetzelfde papier. Eigenlijk heb ik, om de fout zoo klein mogelijk te maken, het oppervlak $\int_o^l (h - 47) \, dl$ bepaald, omdat deze integraal ongeveer $= 0$ bleek te zijn; de positieve en negatieve deelen werden aan verschillende kanten van de balans gelegd. Op die manier heb ik gevonden $h_m = 46{,}99$; en dit is toevallig precies de stijghoogte in het midden van den capillair, zoodat r_m ook de straal is in het midden van den capillair, eene omstandigheid die echter in 't geheel niet noodzakelijk is, daar de capillair niet zuiver conisch is maar een vrij onregelmatig verloop van den straal vertoont.

Wij zijn nu in staat de hypothetische correctie h' te berekenen, en wij vinden:

$h'_{\rm I} = 0{,}152$ mM. [1])			(waargn.)
$h'_{\rm II} = 0{,}289$	$h'_{\rm II} - h'_{\rm I} =$	0,137 mM.	= 0,11 mM.
$h'_{\rm III} = 0{,}625$	$h'_{\rm III} - h'_{\rm I} =$	0,473	0,17
$h'_{\rm IV} = 1{,}295$	$h'_{\rm IV} - h_{\rm I} =$	1,143	1,10
$h'_{\rm V} = 1{,}478$	$h'_{\rm V} - h_{\rm I} =$	1,326	1,26

[1]) Dat de correctie zelfs in de wijdste buis niet mag verwaarloosd worden blijkt

De berekende verschillen stemmen, zooals men ziet, met de waargenomene op zeer bevredigende wijze overeen, zoodat wij de berekende correcties als vrij benaderd mogen beschouwen.

Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt namens Dr. P. ZEEMAN eene mededeeling aan over een onderzoek verricht in het Natuurk. Laboratorium te Leiden: *„Over den invloed eener magnetisatie op den aard van het door een stof uitgezonden licht."*

1. Verscheidene jaren geleden, bij gelegenheid mijner metingen over het KERR-effect, kwam de gedachte bij mij op of ook het licht door een vlam uitgezonden zou kunnen veranderen wanneer deze aan magnetischen invloed onderworpen werd. De gedachtengang waardoor ik mij de mogelijkheid hiervan trachtte op te helderen, doet op 't oogenblik minder ter zake, in allen gevalle gaf hij mij aanleiding de proef te nemen. Met een geïmproviseerde inrichting werd het spectrum van een natriumvlam, geplaatst tusschen de polen van een electromagneet van RUHMKORFF, bekeken. Het resultaat was negatief. Waarschijnlijk was ik niet spoedig op deze proef teruggekomen, wanneer niet voor een paar jaar mijn aandacht was gevallen op de volgende passage in een schets over FARADAY door MAXWELL. Hier (MAXWELL. Collected Works II p. 790) lezen wij: „Before we describe this result we may mention that in 1862 he made the relation between magnetism and light the subject of his very last experimental work. He endeavoured, but in vain, to detect any change in the lines of the spectrum of a flame when the flame was acted on by a powerful magnet." Wanneer een FARADAY aan de mogelijkheid van de genoemde betrekking dacht, kon 't nog wel de moeite loonen met de tegenwoordige uitstekende hulpmiddelen op spectraal-analytisch gebied de proef te herhalen, daar het mij niet bekend is dat dit door anderen gedaan werd. De uitkomsten waartoe ik tot dusver kwam wil ik mij veroorlooven in 't kort mede te deelen.

2. De electromagneet waarvan in 't vervolg sprake zal zijn was een RUHMKORFF, middelsoort. De stroom die voor de magnetisatie gebruikt werd, was afkomstig van een accumulatoren-batterij en bedroeg meestal 27 ampères en kon tot 35 amp. worden opgevoerd.

---

hieruit: zij is zeker grooter dan de stijghoogte in eene cylindrische buis waarvan de straal 10,4 mM. is. Nu hebben wij gezien dat deze stijghoogte volgens de methode van HAGEN vrij nauwkeurig te berekenen is, en in dat geval gaf de berekening mij nog 0,068 mM.

Het licht van de gebruikte lichtbron werd ontleed door een tralie van ROWLAND, met een kromtestraal van 10 Eng. voeten en met 14438 lijnen per inch. Het eerste spectrum werd bekeken en wel met een loupe van FRESNEL. Een fijn te verstellen spleet was geplaatst dicht bij de lichtbron, die aan de magnetisatie werd blootgesteld.

3. Tusschen de paraboloïdische polen van den electromagneet werd het middendeel van een BUNSEN-vlam geplaatst. Een stuk asbest met keukenzout doortrokken werd in de vlam gebracht, zóó dat de 2 *D*-lijnen, in de loupe gezien, zich scherp en fijn afteekenden tegen den donkeren achtergrond. De afstand der polen bedroeg ongeveer 7 mM. Werd nu de stroom aangezet, dan werden de beide *D*-lijnen duidelijk verbreed. Ze keerden bij 't verbreken van den stroom in den aanvankelijken toestand terug. Optreden en verdwijnen van de verbreeding deden zich voor onmiddellijk na het aanzetten resp. verbreken van den stroom. De proef kon een willekeurig aantal malen herhaald worden.

4. De BUNSEN-vlam werd vervangen door een gas-zuurstofvlam. Evenals in 3 werd asbest met keukenzout doortrokken in de vlam gebracht. Deze steeg verticaal tusschen de polen naar boven. Werd nu de stroom weer aangezet dan werden wederom de *D*-lijnen verbreed, zoodat ze wel 3 à 4 malen hun oorspronkelijke breedte kregen.

5. Bij de roode lijn van lithium, dat in den vorm van het carbonaat gebruikt werd, werden geheel analoge verschijnselen waargenomen.

6. Men zal mogelijk in het gevonden verschijnsel (3, 4, 5) niets bijzonders zien. Men kan toch aldus redeneeren: Verbreeding der spectraallijnen van een gloeiend gas wordt teweeggebracht door vermeerdering der dichtheid van het stralende lichaam en door temperatuursverhooging [1]). Nu wordt ongetwijfeld onder den invloed van den magneet de vorm van de vlam anders (wat gemakkelijk te zien is) en daarmee dus de temperatuur. Men zou dus geneigd zijn alleen daardoor het verschijnsel te verklaren.

7. Niet zoo gemakkelijk schijnt het een andere proef te verklaren. Een porseleinen buis, van binnen en van buiten verglaasd, werd tusschen de polen horizontaal opgesteld met de as loodrecht op de verbindingslijn der polen. De inwendige middellijn van de buis bedraagt 18 mM., de wanddikte 2 mM. De lengte van de buis is 15 cM. Aan de einden zijn op de buis [2]) geschoven, nauw-

[1]) Zie echter ook PRINGSHEIM, (Wied. Ann. 45, p. 457, 1892).

[2]) PRINGSHEIM gebruikt bij zijn onderzoek over de straling der gassen een soortgelijke buis, l. c. p. 430.

sluitende stukken, waarop doppen met parallelle glasplaten voorzien geschroefd kunnen worden. Om die stukken zijn aangebracht kleine watermantels. Met doorstroomend water kunnen aldus de koperen stukken en daarmede de glasplaten voldoende koel worden gehouden, wanneer de porseleinen buis gloeiend wordt gemaakt.

Verder zijn dicht bij de glasplaten aan de koperen stukken zijbuisjes aangebracht, die door kranen kunnen worden afgesloten.

Een groote BUNSEN-vlam kon de buis ongeveer over een afstand van 8 cM. gloeiend maken. Het licht van een electrische lamp, die zijdelings een paar meters van den electromagneet af stond om inwerking daarvan op den lichtboog te vermijden, werd door een metaalspiegel door de buis geworpen. Met het tralie werd nu het spectrum van het booglicht ontworpen. Met de loupe werd ingesteld op de *D*-lijnen. Dit kan zeer nauwkeurig geschieden, daar in 't midden der lichtende *D*-lijnen door zelfomkeering zeer fijne absorptielijnen voorkomen. In de porseleinen buis werd nu een stukje natriummetaal gebracht. De BUNSEN-vlam wordt aangestoken en de verhitting neemt een aanvang. Een gekleurde damp begint weldra de buis te vullen, die eerst violet, dan blauw en groen wordt en eindelijk onzichtbaar is voor 't bloote oog. In 't spectrum neemt bij 't stijgen van de temperatuur het absorptie-gebied snel af. Alleen in de buurt der *D*-lijnen is een sterke absorptie. Eindelijk worden de 2 absorptie *D*-lijnen zichtbaar. Op dit oogenblik worden de polen van den electromagneet tot vlak bij de buis geschoven, zoodat hun afstand ongeveer 24 mM. bedraagt. De absorptielijnen zijn nu vrij scherp geworden over het grootste deel hunner lengte. Aan het ondereinde loopen ze echter breed uit, een gevolg van de grootere dichtheid van de *Na*-damp in het onderste deel der buis Wordt nu de stroom gesloten, dan ziet men onmiddellijk de lijnen *breeder* en *zwarter* worden en onmiddellijk weer in hun ouden vorm terugkeeren bij 't verbreken van den stroom. De proef kan naar willekeur herhaald worden, tot op 't oogenblik waarop alle natrium verdwenen is.

Dit verdwijnen van 't natrium moet voornamelijk worden toegeschreven aan de inwerking er van op 't glazuur der buis. Bij verdere proeven werd daarom ook een niet-geglazuurde buis genomen.

8. Voor de laatste proef (7) zal men mogelijk nog eene verklaring in de volgende richting willen zoeken. De gebruikte buis is zeker boven en beneden niet even warm geweest, verder was de dichtheid van den *Na*-damp, zoolals uit den vorm der *D*-lijnen blijkt (1) merkbaar verschillend op verschillende hoogte. Convectiestroomen ten gevolge van het temperatuursverschil tusschen boven en ondervlak waren dus zeker aanwezig. Onder zekere voor de hand lig-

gende onderstellingen kan men berekenen dat ten gevolge van het aanzetten van den electromagneet drukverschillen in de buis ontstaan van dezelfde orde van grootte als die van het temperatuurverschil afkomstig zijn.

Bij de magnetisatie zal dus bijv. de onderste dichtere laag dientengevolge meer naar het midden der buis gebracht worden. De lijnen zullen verbreed worden. Hun breedte op een bepaalde hoogte wordt toch voornamelijk bepaald door het aantal gloeiende deeltjes op die hoogte in de richting van de as der buis. Hoewel deze verklaring nog tot enkele moeilijkheden voert, valt er zeker iets voor te zeggen.

9. De in (8) aangeduidde verklaring van de verbreeding der lijnen is niet meer toepasselijk op de volgende wijziging der proef, waarbij een niet-geglazuurde buis werd gebruikt. De buis was inwendig 10 mM. wijd, de wanddikte bedroeg ruim 1 mM. De polen van den electromagneet konden op 14 mM. afstand gebracht worden. De buis werd inplaats van met een Bunsen-vlam met een blaasvlam in het midden helder roodgloeiend gehouden. De blaasvlam en de kleinere middellijn der buis maken het gemakkelijker deze boven en beneden op dezelfde temperatuur te brengen. Deze was nu hooger dan vroeger (7) en de *Na*-lijnen blijven voortdurend zichtbaar [1]. Men kan nu afwachten tot op verschillende hoogten de *Na*-damp dezelfde dichtheid heeft. Door voortdurende draaiing der buis om haar as heb ik dit nog bevorderd. De absorptie-lijnen zijn nu van boven tot beneden even breed. Bij aanzetten van den magneet verbreeden zich nu plotseling de absorptie-lijnen over hun geheele lengte. De verklaring volgens de wijze van (8) gaat nu niet op.

10. Gaarne had ik de uitwerking der magnetisatie op 't spectrum eener vaste stof onderzocht. Erbiumoxyd heeft zooals Bunsen en Bahr hebben gevonden de merkwaardige eigenschap bij gloeiing een spectrum met heldere lijnen te geven. Bij de door mij gebruikte dispersie blijken die lijnen echter voor mijn doel niet scherp genoeg te zijn.

11. De verschillende proeven, van 3 tot 9, hebben het steeds waarschijnlijker gemaakt, dat de absorptie- en dus ook de emissielijnen eener gasvormige stof door magnetische krachten worden verbreed. Is dit het geval, dan zouden dus onder den invloed van een magnetisch veld naast de eigen trillingen der atomen, die het gewone lijnenspectrum teweegbrengen, trillingen van andere periode optreden.

Ik hoop door voortgezet onderzoek te kunnen uitmaken, of het inderdaad onvermijdelijk is deze specifieke werking der magnetisatie aan te nemen.

---

[1]) Pringsheim l. c. p. 456.

Wiskunde. — De Heer JAN DE VRIES biedt, namens Prof. L. GEGENBAUER te Weenen, een opstel aan: „*Zwei allgemeine Sätze über Sturm'sche Ketten*". (Auszug aus einem an Herrn JAN DE VRIES gerichteten Brief).

In Ihrer im 4. Bande der „Verslagen van de Zittingen" der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der k Akademie der Wissenschaften in Amsterdam enthaltenen Abhandlung „Ueber eine gewisse Klasse ganzer Functionen" haben Sie den interessanten Satz aufgestellt, dass die ganzen Functionen

$$f_n(x),\ f'_n(x),\ f'_{n-1}(x)\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ f_1'(x)$$

eine Sturm'sche Kette bilden, falls für $f_n(x)$ eine der Functionen

$$Y_n = \prod_1^n \left(x - 2\cos\frac{2k\pi}{2n+1}\right)$$

$$U_n = \prod_0^{n-1} \left(x - 2\cos\frac{(2k+1)\pi}{2n+1}\right)$$

$$V_n = \prod_0^{n-1} \left(x - 2\cos\frac{(2k+1)\pi}{2n}\right)$$

$$Q_n = \prod_1^n \left(x - 2\cos\frac{k\pi}{n+1}\right)$$

gesetzt wird.

Später haben Sie mir in Ihrem Briefe v. 14 Sept. 1896 mitgetheilt, dass dieselbe Eigenschaft auch den Functionen

$$\varphi_n(x) = e^x D^n_x (e^{-x} x^n)$$

zukommt, sowie dass auch die Functionenreihen

$$f_n(x),\ f_{n-1}(x),\ f_{n-2}(x),\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ f_0(x),$$

bei den obigen Annahmen, Sturm'sche Ketten bilden, und die nämliche Eigenschaft schliesslich noch für die Reihen

$$\varphi_n(x),\ -\varphi_{n-1}(x),\ \varphi_{n-2}(x),\ -\varphi_{n-3}(x),\ .\ .\ .\ .\ (-1)^n\varphi_0(x)\,;$$

$$h_n(x) = e^{-x^2} D^n_x (e^{x^2}),\ h'_n(x),\ -h''_n(x),\ -h'''_n(x),\ h''''_n(x)\ .\ .\,;$$

$$h_n(x),\ h_{n-1}(x),\ -h_{n-2}(x),\ -h_{n-3}(x),\ h_{n-4}(x),\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .$$

gilt.

Da die Auffindung leicht aufstellbarer Sturm'scher Ketten, wie

Sie in Ihrem Brief mit Recht betonen, namentlich für Vorlesungszwecke sehr erwünscht ist, so erlaube ich mir, Ihnen zwei allgegemeinere Sätze anzugeben, aus denen Ihre, sowie andere analoge, Theoreme durch Specialisierung abgeleitet werden können.

1. Die Functionen $\sigma_\lambda \psi_\lambda(x)$, von den Graden $\lambda = 0, 1, 2, \ldots$, seien die Näherungsnenner einer regulären Kettenbruchentwicklung und diese Eigenschaft mögen auch die mit σ'_λ multiplicierten ersten Ableitungen derselben besitzen, sodass also die Relationen

$$\text{(I)} \qquad \psi_\lambda(x) + (a_\lambda x + b_\lambda)\,\psi_{\lambda-1}(x) + c_\lambda\,\psi_{\lambda-2}(x) = 0,$$

$$\text{(II)} \qquad \psi'_\lambda(x) + (a^{(\prime)}_\lambda x + b^{(\prime)}_\lambda)\,\psi'_{\lambda-1}(x) + c^{(\prime)}_\lambda\,\psi'_{\lambda-2}(x) = 0,$$

bestehen.

Differentiiert man die Gleichung (I) nach x und eliminiert aus dem Resultate $\psi'_\lambda(x)$ mit Hilfe von (II), so erhält man die Formel

$$\text{(III)} \quad a_\lambda\,\psi_{\lambda-1}(x) + \{(a_\lambda - a^{(\prime)}_\lambda)\,x + b_\lambda - b^{(\prime)}_\lambda\}\,\psi'_{\lambda-1}(x) + \\ + (c_\lambda - c^{(\prime)}_\lambda)\,\psi'_{\lambda-2}(x) = 0,$$

oder, wenn man in derselben λ durch $\lambda + 1$ ersetzt,

$$\text{(IV)} \quad a_{\lambda+1}\,\psi_\lambda(x) + \{(a_{\lambda+1} - a^{(\prime)}_{\lambda+1})\,x + b_{\lambda+1} - b^{(\prime)}_{\lambda+1}\}\,\psi'_\lambda(x) + \\ + (c_{\lambda+1} - c^{(\prime)}_{\lambda+1})\,\psi'_{\lambda-1}(x) = 0,$$

durch deren Verbindung mit (II) man zu folgendem Theoreme geführt wird:

Sind die aufeinanderfolgenden Näherungsnenner $\sigma_\lambda \psi_\lambda(x)$ ($\lambda = 0, 1, 2 \ldots$) *einer regulären Kettenbruchentwicklung so beschaffen, dass auch ihre ersten Ableitungen derartigen Näherungsnennern proportional sind, so dass also ausser den Gleichungen* (I) *auch die Relationen* (II) *bestehen, so bilden die Functionen*

$$\psi_\lambda(x), \quad \psi'_\lambda(x), \quad \psi'_{\lambda-1}(x)\,\text{sign}\,(a_{\lambda+1}(c_{\lambda+1} - c^{(\prime)}_{\lambda+1})),$$

$$\psi'_{\lambda-2}(x)\,\text{sign}\,(c^{(\prime)}_\lambda), \quad \psi'_{\lambda-3}(x)\,\text{sign}\,(a_{\lambda+1}(c_{\lambda+1} - c^{(\prime)}_{\lambda+1})\,c^{(\prime)}_{\lambda-1}),$$

$$\psi'_{\lambda-4}(x)\,\text{sign}\,(c^{(\prime)}_\lambda\,c^{(\prime)}_{\lambda-2}), \quad \psi'_{\lambda-5}(x)\,\text{sign}\,(a_{\lambda+1}(c_{\lambda+1} - c^{(\prime)}_{\lambda+1})\,c^{(\prime)}_{\lambda-1}\,c^{(\prime)}_{\lambda-3}),$$

. . . .

eine Sturm'sche Kette; mit sign (α) *wird das Vorzeichen der reellen Grösse* α *bezeichnet.*

2. Eliminiert man aus den Formeln (II), (III), (IV) $\psi'_{\lambda-2}(x)$ und $\psi'_{\lambda-1}(x)$, so entsteht die Beziehung

$$a_\lambda c^{(1)}_\lambda (c_{\lambda+1} - c^{(1)}_{\lambda+1}) \psi_{\lambda-1}(x) - a_{\lambda+1} \{ (a_\lambda c^{(1)}_\lambda - c_\lambda a^{(1)}_\lambda) x + b_\lambda c^{(1)}_\lambda - c_\lambda b^{(1)}_\lambda \} \psi_\lambda(x) -$$

$$\{ (a_\lambda c^{(1)}_\lambda - c_\lambda a^{(1)}_\lambda)(a_{\lambda+1} - a^{(1)}_{\lambda+1}) x^2 + [(b_\lambda c^{(1)}_\lambda - c_\lambda b^{(1)}_\lambda)(a_{\lambda+1} - a^{(1)}_{\lambda+1}) + (a_\lambda c^{(1)}_\lambda - c_\lambda a^{(1)}_\lambda)(b_{\lambda+1} - b^{(1)}_{\lambda+1})] x +$$

$$+ (b_\lambda c^{(1)}_\lambda - c_\lambda b^{(1)}_\lambda)(b_{\lambda+1} - b^{(1)}_{\lambda+1}) + (c_\lambda - c^{(1)}_\lambda)(c_{\lambda+1} - c^{(1)}_{\lambda+1} \} \psi'_\lambda(x) = 0,$$

welche zeigt, dass für jedes Intervall $a \ldots\ldots b$, innerhalb dessen keine Wurzel der Function zweiten Grades

$$f(x) = (a_\lambda c^{(1)}_\lambda - c_\lambda a^{(1)}_\lambda)(a_{\lambda+1} - a^{(1)}_{\lambda+1}) x^2 + [(b_\lambda c^{(1)}_\lambda - c_\lambda b^{(1)}_\lambda)(a_{\lambda+1} - a^{(1)}_{\lambda+1}) + (a_\lambda c^{(1)}_\lambda - c_\lambda a^{(1)}_\lambda)(b_{\lambda+1} - b^{(1)}_{\lambda+1})] x + (b_\lambda c^{(1)}_\lambda - c_\lambda b^{(1)}_\lambda)(b_{\lambda+1} - b^{(1)}_{\lambda+1}) + (c_\lambda - c^{(1)}_\lambda)(c_{\lambda+1} - c^{(1)}_{\lambda+1})$$

liegt, für jede Wurzel ξ von $\psi_\lambda(x)$

$$\text{sign}\ \psi'_\lambda(\xi) = \text{sign}\ [a_\lambda c^{(1)}_\lambda (c_{\lambda+1} - c^{(1)}_{\lambda+1}) f(a)\ \psi_{\lambda-1}(\xi)]$$

ist. Es kann daher bei der Ermittlung der Anzahl der einem solchen Intervalle angehörigen reellen Wurzeln von $\psi_\lambda(x)$, nach dem Sturm'schen Verfahren, $\psi'_\lambda(x)$ durch $\psi_{\lambda-1}(x)\ \text{sign}\ [a_\lambda c^{(1)}_\lambda (c_{\lambda+1} - c^{(1)}_{\lambda+1}) f(a)]$ ersetzt werden.

Auf Grund dieser Bemerkung erschliesst man, unter Benutzung von (I) den Satz:

Sind die aufeinanderfolgenden Näherungsnenner $\sigma_\lambda \psi_\lambda(x)$ $(\lambda = 0, 1, 2 \ldots)$ *einer regulären Kettenbruchentwicklung so beschaffen, dass auch ihre ersten Ableitungen solchen Näherungsnennern proportional sind, sodass also ausser den Gleichungen* (I) *auch die Gleichungen* (II) *bestehen, und liegen ferner die Wurzeln der Function zweiten Grades*

$$f(x) = (a_\lambda c^{(1)}_\lambda - c_\lambda a^{(1)}_\lambda)(a_{\lambda+1} - a^{(1)}_{\lambda+1}) x^2 + [(b_\lambda c^{(1)}_\lambda - c_\lambda b^{(1)}_\lambda)(a_{\lambda+1} - a^{(1)}_{\lambda+1}) + (a_\lambda c^{(1)}_\lambda - c_\lambda a^{(1)}_\lambda)(b_{\lambda+1} - b^{(1)}_{\lambda+1})] x + (b_\lambda c^{(1)}_\lambda - c_\lambda b^{(1)}_\lambda)(b_{\lambda+1} - b^{(1)}_{\lambda+1}) + (c_\lambda - c^{(1)}_\lambda)\ c_{\lambda+1} - c^{(1)}_{\lambda+1})$$

ausserhalb des Intervalles $a \ldots\ldots b$, *in welchem sich die Wurzeln von* $\psi_\lambda(x)$ *befinden, so bilden die Functionen*

$$\psi_\lambda(x), \quad \psi_{\lambda-1}(x)\ \text{sign}\ [a_\lambda c^{(1)}_\lambda (c_{\lambda+1} - c^{(1)}_{\lambda+1}) f(a)], \quad \psi_{\lambda-2}(x)\ \text{sign}\ (c_\lambda),$$
$$\psi_{\lambda-3}(x)\ \text{sign}\ [a_\lambda c^{(1)}_\lambda (c_{\lambda+1} - c^{(1)}_{\lambda+1}) f(a)\ c_{\lambda-1}], \quad \psi_{\lambda-4}(x)\ \text{sign}\ (c_\lambda c_{\lambda-2}), \ldots$$

eine Sturm'schen Kette.

3. Es mögen einige besonders interessante specielle Fälle dieser allgemeinen Sätze angegeben werden.

Die aufeinanderfolgenden Näherungsnenner der regulären Kettenbruchentwicklung des Integrals

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{-z}\,dz}{x-z}$$

unterscheiden sich, wie aus den von HERMITE im 58. Bande der Comptes Rendus der Pariser Akademie der Wissenschaften gegebenen Entwicklungen hervorgeht, von den Functionen

$$U_\lambda(x) = \sum_{k=0}^{k=0\left[\frac{\lambda}{2}\right]} \frac{\Pi(\lambda)(-2x)^{\lambda-2k}}{\Pi(\lambda-2k)\,\Pi(k)}$$

nur durch positive Multiplicatoren.

Für diese Functionen sind in der erwähnten Mittheilung folgende leicht beweisbare Beziehungen gegeben:

$$U_\lambda(x) + 2x\,U_{\lambda-1}(x) + 2(\lambda-1)\,U_{\lambda-2}(x) = 0$$

$$\frac{d}{dx}\,U_\lambda(x) = -\,2\lambda\,U_{\lambda-1}(x)$$

$$U_\lambda(x) = e^{x^2}\,D^\lambda{}_x\,(e^{-x^2}).$$

Aus den ersten zwei Formeln folgt

$$(\lambda-1)\,\frac{d}{dx}\,U_\lambda(x) + 2\lambda x\,\frac{d}{dx}\,U_{\lambda-1}(x) + 2\lambda(\lambda-1)\,\frac{d}{dx}\,U_{\lambda-2}(x) = 0.$$

Da hier $f(x) = 1$, so erfüllen diese Functionen die Bedingung des Bestehens der Theoreme (I) und (II); man kann daher den Satz aussprechen:

Die durch die Gleichung

$$U_\lambda(x) = e^{x^2}\,D^\lambda{}_x\,(e^{-x^2})$$

definierten ganzen Functionen haben die Eigenschaft, dass die beiden Reihen

$$U_\lambda(x),\; U'_\lambda(x),\; -U'_{\lambda-1}(x),\; U'_{\lambda-2}(x),\; \ldots\ldots\; (-1)^{\lambda-1}\,U_1'(x);$$

$$U_\lambda(x),\; -U_{\lambda-1}(x),\; U_{\lambda-2}(x),\; -U_{\lambda-3}(x),\; \ldots\ldots\; (-1)^\lambda\,U_0(x)$$

Sturm'schen Ketten bilden.

Für die zweite dieser Functionenreihen wurde diese Eigenschaft von Herrn HEINRICH KIEHL, in seiner 1866 der Greifswalder philosophischen Facultät vorgelegten Doctordissertation „De functionibus Hermitianis $U_n(x)$", bewiesen.

4. Die Näherungsnenner der regulären Kettenbruchentwicklung der Integrales

$$\int_0^\infty \frac{e^{-z}\, z^m\, dz}{x - z} \quad (m \geqq 0)$$

unterscheiden sich von den ganzen Functionen

$$T_\lambda^m(x) = \sum_{k=0}^{k=\lambda} (-1)^k \frac{x^{\lambda-k}}{\Pi(k)\,\Pi(\lambda-k)\,\Pi(m+\lambda-k)}$$

nur durch constante Factoren.

Für diese Functionen bestehen, wie ich in meiner, im 95. Bande der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der k. Akademie der Wissenschaften in Wien enthaltenen, Mittheilung „Ueber die Functionen $T_n^m(x)$" gezeigt habe, die Beziehungen

$$\lambda(m+\lambda)\,T_\lambda^m(x) - \{x - (m+2\lambda-1)\}\,T_{\lambda-1}^m(x) + T_{\lambda-2}^m(x) = 0;$$

$$\frac{d}{dx}\,T_\lambda^m(x) = T_{\lambda-1}^{m+1}(x);$$

$$T_\lambda^m(x) = \frac{(-1)^\lambda\, e^x}{\Pi(\lambda)\,\Pi(m+\lambda)\,x^m}\, D_x^\lambda\,(e^{-x}\,x^{m+\lambda}),$$

deren letzte zeigt, dass Ihre Function

$$\varphi_n(x) = (-1)^n \{\Pi(n)\}^2\, T_n^0(x).$$

ist.

Da aus den ersten zwei Relationen folgt

$$(\lambda-1)(m+\lambda)\frac{d}{dx}\,T_\lambda^m(x) - \left\{x - (m+2\lambda-2)\right\}\frac{d}{dx}\,T_{\lambda-1}^m(x) +$$

$$+ \frac{d}{dx}\,T_{\lambda-2}^m(x) = 0,$$

und auf dem im § 2 benutzten Wege sich

$$\lambda\, T^m_\lambda(x) - x \frac{d}{dx} T^m_\lambda(x) + T^m_{\lambda-1}(x) = 0,$$

also $f(x) = x$ ergibt; da ferner nach der Cartesischen Zeichenregel die Function $T_\lambda{}^m(x)$ nur positive Wurzeln besitzt, so kann man auf Grund der allgemeinen Theoreme folgenden Satz aufstellen:

Die durch die Gleichung

$$T^m_\lambda x = \frac{(-1)^\lambda e^x}{\Pi(\lambda)\,\Pi(m+\lambda)\,x^m} D^\lambda_x (e^{-x} x^{m+\lambda})$$

definierten ganzen Functionen haben die Eigenschaft, dass sowohl die Functionenreihe

$$T^m_\lambda(x),\ \frac{d}{dx} T^m_\lambda(x),\ \frac{d}{dx} T^m_{\lambda-1}(x),\ \frac{d}{dx} T^m_{\lambda-2}(x),\ \ldots\ldots\ \frac{d}{dx} T^m_1(x),$$

als auch die Reihe

$$T^m_\lambda(x),\ T^m_{\lambda-1}(x),\ T^m_{\lambda-2}(x),\ T^m_{\lambda-3}(x),\ \ldots\ldots\ldots\ T^m_0(x),$$

eine Sturm'sche Kette bildet.

5. Nach Gauss hat man bekanntlich die Kettenbruchentwicklung

$$x^{-1} F\left(1, \frac{1}{2}, \nu+1, x^{-2}\right) =$$

$$= \cfrac{1}{x - \cfrac{\frac{1}{2(\nu+1)}}{x - \cfrac{\frac{2\nu+1}{2(\nu+1)(\nu+2)}}{x - \cfrac{\frac{3(\nu+1)}{2(\nu+2)(\nu+3)}}{\ddots\; x - \cfrac{\frac{(n-2)(n+2\nu-3)}{4(n+\nu-3)(n+\nu-2)}}{x - \cfrac{\frac{(n-1)(n+2\nu-2)}{4(n+\nu-2)(n+\nu-1)}}{x \ldots\ldots}}}}}}$$

deren λ^{ter} Näherungsnenner $\psi_\lambda(x)$ durch die Determinante

$$\psi_\lambda(x) = \begin{vmatrix} x & 1 & 0 & \ldots & 0 \\ \frac{1}{2(\nu+1)} & x & 1 & \ldots & 0 \\ 0 & \frac{2\nu+1}{2(\nu+1)(\nu+2)} & x & \ldots & 0 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ 0 & 0 & 0 & \frac{(\lambda-1)(\lambda+2\nu-2)}{4(\lambda+\nu-2)(\lambda+\nu-1)} & \end{vmatrix}$$

mit den Anfangsbeziehungen

$$\psi_0(x) = 1 \qquad \psi_1(x) = x$$

gegeben ist.

Setzt man [1])

$$2^\lambda \frac{\Pi(\lambda+\nu-1)}{\Pi(\nu-1)\,\Pi(\lambda)} \psi\ (x) = C_\lambda^\nu(x),$$

so erhält man aus jener Determinante die Relation

$$\text{(V)} \quad \lambda\, C_\lambda^\nu(x) - 2(\lambda+\nu-1)\, x\, C^\nu_{\lambda-1}(x) + (\lambda+2\nu-2)\, C^\nu_{\lambda-2}(x) = 0,$$

mit deren Hilfe man sofort zeigen kann, dass die Functionen $C_\lambda^\nu(x)$ die Coëfficienten der Entwicklung von $(1-2\alpha x+\alpha^2)^{-\nu}$, nach steigenden Potenzen von α, sind.

Aus der Gleichung

$$\text{(VI)} \qquad (1-2\alpha x+\alpha^2)^{-\nu} = \sum_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} A_\lambda^\nu(x)\,\alpha^\lambda$$

folgt nämlich durch Differentiation nach α die Beziehung

$$2\nu(x-\alpha)\sum_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} A_\lambda^\nu(x)\,\alpha^\lambda = (1-2\alpha x+\alpha^2)\sum_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} \lambda\, A_\lambda^\nu(x)\,\alpha^{\lambda-1},$$

welche zeigt, dass die Functionen $A_\lambda^\nu(x)$ die Functionalgleichung (V) befriedigen; da sie mit den Functionen $C_\lambda^\nu(x)$ in den Anfangswerthen für $\lambda = 0,1$ übereinstimmen, sind sie mit denselben identisch.

Differentiiert man (VI), nachdem $A_\lambda^\nu(x)$ durch $C_\lambda^\nu(x)$ ersetzt wurde, nach x, so entsteht die Gleichung

$$2\nu\alpha\sum_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} C_\lambda^{\nu+1}(x)\,\alpha\ = \sum_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} \frac{d}{dx} C_\lambda^\nu(x)\,\alpha\ ,$$

[1]) Vergl. meine Mittheilung „Ueber die Functionen $C^\nu{}_n(x)$" im 75. Bande der Sitz. ber. d. math. nat. Klasse d. k. Akad. d. Wiss. in Wien.

welche zu der neuen Gleichung

$$\text{(VII)} \qquad \frac{d}{dx} C^{\nu}_{\lambda}(x) = 2\,\nu\, C^{\nu+1}_{\lambda-1}(x)$$

führt; daher liefert der MACLAURIN'sche Satz, weil aus (VI) für $x = 0$ sich

$$C^{\nu}_{2n+1}(o) = 0 \ , \ C^{\nu}_{2n}(o) = (-1)^n \frac{\Pi(n+\nu-1)}{\Pi(\nu-1)\,\Pi(n)}$$

ergibt, die Entwicklung

$$C^{\nu}_{\lambda}(x) = \prod_{k=0}^{k=\left[\frac{\lambda}{2}\right]} (-1)^k \frac{\Pi(\nu+\lambda-k-1)\,(2x)^{\lambda-2k}}{\Pi(\nu-1)\,\Pi(k)\,\Pi(\lambda-2k)},$$

aus der man die Gleichungen

$$\left|^{\lambda}_{\nu} C^{\nu}_{\lambda}\left(\frac{x}{2}\right)\right| = V_{\lambda}$$

$$C^{1}_{\lambda}\left(\frac{x}{2}\right) = Q_{\lambda}$$

ableitet.

Aus (V) und (VII) folgt

$$(\lambda-1)\frac{d}{dx} C^{\nu}_{\lambda}(x) - 2\,(\lambda+\nu-1)\,x\,\frac{d}{dx} C^{\nu}_{\lambda-1}(x) +$$

$$+ (\lambda + 2\,\nu - 1)\frac{d}{dx} C^{\nu}_{\lambda-2}(x) = 0,$$

und auf dem in § 2 eingeschlagenen Wege

$$(1-x^2)\frac{d}{dx} C^{\nu}_{\lambda}(x) + \lambda\, x\, C^{\nu}_{\lambda}(x) - (\lambda + 2\,\nu - 1)\, C^{\nu}_{\lambda-1}(x) = 0$$

also $f(x) = 1 - x^2$.

Aus (VI) erhält man für $x = \pm 1$ die Formeln

$$C^{\nu}_{\lambda}(+1) = \frac{\Pi(\lambda+2\,\nu-1)}{\Pi(2\,\nu-1)\,\Pi(\lambda)}$$

$$C^{\nu}_{\lambda}(-1) = (-1)^{\lambda} \frac{\Pi(\lambda+2\,\nu-1)}{\Pi(2\,\nu-1)\,\Pi(\lambda)};$$

daher haben nach (VII) die Ableitungen von $C_\lambda^\nu(x)$ für $x = -1$ lauter Zeichenfolgen; demnach gehören alle reellen Wurzeln von $C_\lambda^\nu(x) = 0$ dem Intervalle -1 bis $+1$ an.

Man kann also nach obigen allgemeinen Theoremen den Satz aussprechen:

Bezeichnet $C_\lambda^\nu(x)$ *den Coëfficienten der Entwicklung der Function*

$$(1 - 2\,\alpha\,x + \alpha^2)^{-\nu}$$

nach steigenden Potenzen von α, *so bilden sowohl die Functionen*

$$C_\lambda^\nu(x)\;,\quad \frac{d}{dx}C_\lambda^\nu(x)\;,\quad \frac{d}{dx}C_{\lambda-1}^\nu(x)\;,\;\ldots\;\frac{d}{dx}C_1^\nu(x),$$

als auch die Functionen

$$C_\lambda^\nu(x)\;,\quad C_{\lambda-1}^\nu(x)\;,\quad C_{\lambda-2}^\nu(x)\;,\;\ldots\;C_0^\nu(x)$$

eine Sturm'sche Kette.

Sterrenkunde. — De Heer VAN DE SANDE BAKHUYZEN biedt voor de verhandelingen aan een opstel van den Heer A. PANNEKOEK, getiteld: „*De lichtafwisseling van β Lyrae*". Deze verhandeling wordt in handen gesteld van de Heeren J. A. C. OUDEMANS en J. C. KAPTEYN om te dienen van advies.

Aardkunde. — De Heer VAN BEMMELEN biedt eene verhandeling aan van den Heer Dr. J. L. C. SCHROEDER VAN DER KOLK, getiteld: „*Bijdrage tot de karteering onzer Zandgronden* II" welke in handen gesteld wordt van eene Commissie bestaande uit de Heeren BEHRENS en LELY.

— De Heer WEBER biedt voor de boekerij aan zijne: *Vorstudien über das Hirngewicht der Säugethiere*".

— De vergadering wordt gesloten.

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN.

VERSLAG VAN DE GEWONE VERGADERING DER WIS- EN NATUURKUNDIGE AFDEELING

van Zaterdag 28 November 1896.

Voorzitter: de Heer H. G. van de Sande Bakhuyzen.
Secretaris: de Heer J. D. van der Waals.

Het Proces-Verbaal der vorige Zitting wordt gelezen en goedgekeurd.

Ingekomen zijn:

1°. Mededeelingen van de Heeren Hoogewerff, C. A. J. A. Oudemans en Kamerlingh Onnes dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen.

2°. Bericht van het overlijden van het buitenlandsch lid, den

Heer F. TISSERAND. De Voorzitter wijdt eenige hartelijke woorden aan zijne nagedachtenis.

3°. Een schrijven van den Heer DELAURIER te Parijs, „Sur l'unité de la matière", en van den Heer G. SCOGNAMIGLIO te Napels, een schrijven ter begeleiding van enkele brochures — welke aan de leden der Akademie, die zulks wenschen, ter inzage zullen worden gegeven.

4°. Een brief van Z. E. den Minister van Binnenlandsche Zaken dd. 31 October 1896, over den aanleg van bliksemafleiders op het Mauritshuis te 's Gravenhage. Deze brief was met de bijlagen in handen gesteld van de Commissie voor bliksemafleiders.

Natuurkunde. De Heer VAN DER WAALS brengt ook namens de Heeren LORENTZ en KAMERLINGH ONNES verslag uit over bovenvermeld schrijven. Het verslag luidt als volgt:

Bij schrijven van den Secretaris der Afdeeling van 3 dezer, N°. 67, werd in onze handen gesteld eene missive van den Minister van Binnenlandsche Zaken van 31 October j.l., N°. 2093, betreffende den aanleg van bliksemafleiders op het Mauritshuis te 's Gravenhage. Daarin wordt mededeeling gedaan van eene correspondentie met den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid, waartoe ons in de vergadering van 30 November 1895 over de genoemde zaak uitgebracht rapport aanleiding heeft gegeven, en de vraag gesteld, of naar het oordeel der Afdeeling genoegen kan worden genomen met het plan dat thans bij het Ministerie van Waterstaat, Handel en Nijverheid bestaat. Dit plan verschilt in eenige opzichten van het ten vorigen jare in onze handen gestelde, zonder echter geheel overeen te stemmen met hetgeen wij hadden voorgesteld.

Wij moeten aanstonds opmerken dat wij ons met sommige beschouwingen in het schrijven van den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid niet kunnen vereenigen. Wij lezen b. v. dat in het aangenomen stelsel, nl. dat van MELSENS, geene hooge vangstangen passen, en dat dus het, van ons afkomstige, denkbeeld om die aan te brengen op twee gedachten hinkt. Deze woorden kunnen den indruk wekken dat hooge vangstangen aan de goede werking der overige voorgestelde beveiligingsmiddelen afbreuk zouden kunnen doen, of althans naast deze nutteloos zouden zijn.

Noch het een noch het ander is echter o. i. het geval. Wij hadden natuurlijk niet te vragen, of hetgeen voorgesteld werd wel eene zuivere toepassing van een of ander „stelsel" was, maar alleen of men er redelijkerwijze eene voldoende beveiliging van mocht

verwachten. In dezen gedachtengang zagen wij geene enkele reden, waarom men in het plan geene hooge vangstangen zou opnemen, als men overtuigd was dat deze de veiligheid zouden verhoogen.

Intusschen, hoewel de Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid deze overtuiging niet heeft, meent Zijne Exc. wel te mogen aannemen dat vangstangen het gevaar niet vergrooten; daar de toevoeging niet kan schaden bestaat dan nu ook het plan, de *vier* bestaande stangen te behouden. Dit aantal achten wij voldoende.

Naast deze vangstangen zullen nu volgens het ontwerp nog 21 „aigrettes" van MELSENS komen. Het nut daarvan willen wij niet ontkennen, al achten wij het niet geheel bewezen. Wij meenen echter dat de goede werking die men zich van deze aigrettes voorstelt in elk geval nog beter kan verkregen worden door een grooter aantal punten, zooals die aan den vroeger door ons genoemden stekeldraad voorkomen. Wij betreuren het dan ook dat van bouwkundige zijde tegen dezen draad het bezwaar is gemaakt dat de dakbedekking er door zou kunnen worden beschadigd.

Mocht het alsnog blijken dat men, door b. v. den stekeldraad op een kleinen afstand boven het dak te brengen, het bezwaar kan wegnemen, dan zou de toepassing van dit hulpmiddel o. i. alle aanbeveling verdienen. Met het oog op de omstandigheid dat wij den stekeldraad om een der op het dak uitgespannen ijzerdraden wenschen gewikkeld te zien, achten wij het materiaal volkomen voldoende.

Terwijl de Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid zich, wat het aantal der afleiders betreft, met onze voorstellen kan vereenigen, is dit niet het geval, wat de dikte der draden aangaat. Wij wenschten eene middellijn van 9 mM., maar in het plan voor den aanleg is de oorspronkelijk voorgestelde dikte van 8 mM. behouden. Terecht wordt opgemerkt dat men aldus, wat het smelten der draden betreft, nog altijd een hoogen veiligheidscoëfficient, nl. van 10,7, zal hebben, maar er wordt niet bijgevoegd dat vermindering der dikte van 9 tot 8 mM. den veiligheidscoëfficient voor het gloeien van 2,5 tot 2,0 zal doen dalen.

Met het oog op den inhoud van het gebouw zouden wij ons niet verantwoord rekenen zoo wij voorstelden beneden den reeds zeer matigen coëfficient 2,5 te gaan. Wij blijven dus eene dikte van 9 mM. noodig achten, tenzij men telkens de 3 naast elkander loopende draden van deze middellijn door 4 draden van 8 mM. mocht willen vervangen.

Of er plan bestaat, zooals wij voorstelden, de draden die naast elkander gespannen worden niet minder dan 2 cM. van elkander verwijderd te houden is ons niet medegedeeld. Wij meenen derhalve op dit punt nogmaals de aandacht te mogen vestigen.

De vraag of met het thans opgemaakte plan o. i. genoegen kan worden genomen is door het voorgaande beantwoord. Wij meenen echter deze gelegenheid te moeten aangrijpen om de aandacht der Afdeeling, en, zoo zij zich met ons denkbeeld vereenigen kan, ook die der Regeering nog op eene belangrijke zaak te vestigen.

Zooals wij reeds in ons vorig rapport verklaarden, is het vraagstuk der beveiliging tegen den bliksem in den laatsten tijd veel moeilijker gebleken dan men vroeger meende dat het was. De nieuwe electriciteitsleer, zoo verschillend van die van een twintigtal jaren geleden, heeft intusschen reeds eenige nieuwe gezichtspunten geopend en tal van vragen aan de orde gesteld, welker wetenschappelijke behandeling een richtsnoer voor de latere praktijk zal kunnen opleveren. Daarnaast zal de ervaring omtrent de verschijnselen bij een bliksemslag en omtrent de werking van bestaande afleiders van veel waarde zijn. Kortom, het vraagstuk zal van verschillende zijden grondig bestudeerd moeten worden, en wie, zooals de Regeering, voor vele belangrijke gebouwen heeft te zorgen, moet verzekerd zijn, steeds van alle uitkomsten dier studie partij te kunnen trekken.

Om deze reden wenschen wij de Regeering in overweging te geven, een afzonderlijk ambtenaar te belasten met het ontwerpen der bliksemafleiders, het toezicht op hunnen aanleg en het regelmatige, zoo hoogst noodzakelijke onderzoek naar hunnen toestand. Voor dezen werkkring zou, naar wij meenen, een ingenieur of een doctor in de wis- en natuurkunde gekozen moeten worden, in beide gevallen iemand die eene grondige studie van de electriciteitsleer heeft gemaakt.

Kan deze deskundige zich onverdeeld aan zijne taak wijden en kan hij dus op de hoogte blijven van alles wat op het onderwerp betrekking heeft, dan zal daardoor bereikt worden:

1°. dat niet alleen, zooals tot nog toe, in die enkele gevallen, waarin de Akademie van Wetenschappen geraadpleegd werd, maar ook in vele andere gevallen, waarin zich vragen van denzelfden aard voordoen, aan de Regeering een op wetenschappelijke gronden steunend advies kan worden gegeven;

2°. dat aan de Akademie, telkens wanneer haar oordeel door de Regeering gevraagd wordt, in ruimere mate dan tot dusverre de noodige gegevens worden verstrekt;

3°. dat in de door de Akademie uit te brengen adviezen de we-

tenschappelijke vraagstukken, zonder gevaar voor misverstand, meer op den voorgrond kunnen treden.

Wat de samenwerking tusschen den door ons gewenschten ambtenaar en de Akademie betreft, stellen wij ons voor dat hij zich met de Afdeeling in betrekking zal moeten stellen telkens wanneer hij aan een wetenschappelijk advies behoefte gevoelt, ook al betreft dit niet de bliksemafleiders op een bepaald gebouw.

De conclusie van het verslag wordt goedgekeurd en een afschrift daarvan zal aan den Minister worden toegezonden.

Internationale Catalogus. — De Heer Korteweg leest, namens de Commissie, in de Vergadering van 26 October 1895 benoemd, het Concept-antwoord voor op het schrijven van den Minister van Binnenlandsche Zaken dd. 10 September 1896. Dit concept-antwoord luidt als volgt:

In antwoord op Uwer Excellentie's schrijven van 20 September 1896, N°. 2135, Afd. K. W. Catalogue of Scientific papers, heeft de Afdeeling der Wis- en Natuurkunde der Kon. Akademie van Wetenschappen de eer als haar gevoelen te kennen te geven, dat het wenschelijk moet geacht worden, dat Nederland blijve deelnemen aan den ontworpen arbeid betreffende de catalogiseering, door internationale samenwerking, der natuurwetenschappelijke litteratuur.

De daaromtrent gehouden Conferentie te Londen heeft blijk gegeven van den ernstigen wil om de voorgenomen taak tot uitvoering te brengen op eene wijze als aan de bevordering der wetenschap het meest dienstig zal zijn. De éénstemmigheid welke omtrent zeer belangrijke punten aldaar van den aanvang af bleek te bestaan of na discussie verkregen werd, moet als een gunstig voorteeken voor het welslagen der onderneming worden beschouwd en, al willen wij geenszins ontkennen, dat ook naar onze meening, evenals naar die der Conferentie zelve, nog belangrijke moeilijkheden overwonnen moeten worden alvorens alle maatregelen getroffen zijn noodig om in 1900 met de catalogiseering een aanvang te maken, zoo zou toch stellig het oogenblik voor Nederland thans slecht gekozen zijn om zich aan de gemeenschappelijke taak te onttrekken. In geval van welslagen toch is het noodzakelijk dat Nederland aan den arbeid deelneme, opdat de in Nederland verschijnende wetenschappelijke literatuur, evengoed als de buitenlandsche, tot haar recht kome, terwijl in het tegenovergestelde geval van zelf de verplichtingen vervallen, die thans behooren te worden aanvaard.

Waarin die verplichtingen bestaan is aan Uwe Excellentie bekend uit het verslag van den Nederlandschen afgevaardigde, aan hetwelk door hem in onze Afdeeling nog eenige beschouwingen zijn toegevoegd, waarvan wij hierbij Uwe Excellentie een afdruk doen toekomen.

Met hem zijn wij van gevoelen dat het bewerken van den Catalogus van de in Nederland verschijnende wetenschappelijke literatuur slechts behoorlijk zal kunnen geschieden onder medewerking van met de verschillende takken van wetenschap vertrouwde personen.

Het aantal dier personen zal niet te gering moeten zijn in aanmerking genomen den omvang en de verscheidenheid der in Resolutie 25 van de U bekende Acta der Conferentie opgenoemde wetenschappen. Wij hebben het op een negental geschat. Daartegenover staat echter dat voor ieder van hen het te verrichten werk van niet zeer grooten omvang zal zijn. Eenige bezoldiging zal er echter aan verbonden moeten worden teneinde van geregelde en vlugge afwerking, waarop hier alles aankomt, zeker te kunnen zijn.

Voorts zal aan het hoofd der inrichting iemand moeten worden gesteld zooveel mogelijk met den te verrichten arbeid vertrouwd, die voor den goeden gang van zaken verantwoordelijk is, de werkzaamheden der medewerkers voor de verschillende vakken regelt, de correspondentie met het centraalbureau te Londen voert, en wellicht een enkele maal zich naar Londen zal te begeven hebben.

Eindelijk zal een geschikt en ijverig beambte voor het te verrichten bureauwerk, de verzendingen, enz. beschikbaar moeten zijn.

Hoewel het niet mogelijk en niet wenschelijk zoude zijn thans reeds alles in bijzonderheden te regelen, zoo meenen wij toch als ons gevoelen te kunnen uitspreken, dat de beste en zuinigste wijze om de zaak aan te vatten zal zijn de uitvoering in verband te brengen met de Wis- en Natuurkundige Afdeeling der Kon. Akademie van Wetenschappen.

Vooreerst toch vallen de in Resolutie 25 opgesomde vakken bijna geheel te zamen met den werkkring dier Afdeeling en bovendien is de Kon. Akademie van Wetenschappen in het bezit van beambten voor het bedoelde bureauwerk bijzonder geschikt, hoewel hun billijkerwijze daarvoor eenige vergoeding zal moeten worden toegekend.

Wat nu de benoodigde som betreft begrooten wij de kosten van alles te zamen op vijftien honderd à twee duizend gulden en meenen tevens dat de wetenschappelijke belangen, die aan de medewerking van Nederland verbonden zijn, ruimschoots opwegen tegen eene betrekkelijk zoo geringe jaarlijksche uitgave.

Zeer aangenaam zal het ons zijn Uwer Excellentie's besluit in

dezen te vernemen opdat, indien dit met ons advies mocht strooken, en de voorbereiding van het Nederlandsche nationale Bureau aan onze afdeeling wordt opgedragen, door ons in overleg met het Committee der Royal Society de noodige voorbereidende maatregelen kunnen genomen worden. Het is ons toch gebleken, dat het noodzakelijk wordt geacht, dat binnen niet langen tijd met die voorbereiding begonnen worde om, in overeenstemming met Resolutie 31, vóór Jan. 1898 met een zoo volledig mogelijk plan gereed te zijn.

Dit antwoord wordt door de Vergadering goedgekeurd en zal aan den Minister worden toegezonden.

Anatomie. — De Heer ZAAIJER brengt, ook namens den Heer VAN WIJHE, het volgende verslag uit over de verhandeling van den Heer Dr. I. H. F. KOHLBRUGGE: „*Muskeln und periphere Nerven der Primaten, mit besonderer Berücksichtigung der Anomalien.*"

De omvang van het 222 folio-bladen groote stuk, waarvan het doorlezen, ook wegens geheel gemis van afbeeldingen, schetsen of schemata veel tijd vordert, is voor een aanzienlijk deel de reden, waarom wij aan het verzoek om in de October-Vergadering ons rapport uit te brengen, niet konden voldoen.

Voor deze vertraging bieden wij der Afdeeling onze verontschuldiging aan.

De Schr., die reeds vroeger soortgelijke onderzoekingen over de anatomie der Hylobatiden heeft bekend gemaakt, had aanvankelijk het voornemen opgevat om de Anthropoiden opnieuw te bewerken. Omstandigheden evenwel hebben de uitvoering van dit plan verhinderd, hetgeen trouwens door de inmiddels medegedeelde onderzoekingen van anderen als eenigszins overbodig geacht kon worden. Daarom besloot hij meer bijzonder lagere apen in zijn onderzoek op te nemen.

De bosschen en koffietuinen om zijne woning boden hem daartoe eene bij uitstek gunstige gelegenheid, wijl het daarin wemelde van Semnopithicus maurus en pyrrhus, welke beide soorten nu ook onderling vergeleken konden worden.

Ten slotte is de arbeid geworden eene vergelijking, voor zoover het behandelde onderwerp betreft, tusschen Semnopitheci, Hylobatiden, Anthropoiden en den mensch.

Veel moeite heeft de Schr. zich getroost om wat aan eigen onderzoek noodwendig moest ontbreken, uit de geschriften van anderen aan te vullen.

Uit den aard der zaak worden zijn eigen onderzoekingen over de Semnopitheci het uitvoerigst behandeld.

Het resultaat van een arbeid van zeven jaren, onder niet zeer gunstige omstandigheden, te midden van allerlei praktische beslommeringen, met taaie vlijt en volharding verricht, ligt hier voor ons.

Achtereenvolgens worden de volgende spiergroepen behandeld:

1. die, welke door de achterste takken der ruggemergszenuwen geinnerveerd worden;

2. die, welke takken der hersenzenuwen ontvangen. De aangezichtsspieren, de spieren van het zachte verhemelte en die van het oog worden hier achterwege gelaten. De eerste zijn door Ruge monographisch en zeer uitvoerig beschreven; voor de tweede groep wordt naar de mededeeling van Kostanecki verwezen. De oogspieren der Primaten zijn door Ottley onderzocht;

3. de spieren, welke door de laatste hersenzenuwen en door ventrale takken der halszenuwen verzorgd worden;

4. en 5. die, welke zenuwen ontvangen uit de pars supra- en infraclavicularis van den plexus brachialis;

6. die, welke door de nervi thoracales van takken voorzien worden;

7. en 8. de spieren, geinnerveerd door takken van den plexus lumbalis, proximaal en distaal van het ligamentum inguinale;

9 en 10 die, welker zenuwen afkomstig zijn uit het bovenste en onderste gedeelte van den plexus sacralis;

11. de spieren, die verzorgd worden door takken van den plexus pudendus en coccygeus.

Deze groepen zijn bij de behandeling zoo streng mogelijk uiteengehouden. Na de beschrijving en vergelijking der spieren van elke groep volgt eene kortere of langere beschouwing betreffende hare innervatie.

De Schr. heeft zijne taak, naar het ons voorkomt, op verdienstelijke wijze volbracht. Hij had zich voorgenomen, zooals op meer dan éène plaats van zijne verhandeling blijkt, om, door het bijeenbrengen van de waarnemingen ook van andere schrijvers, de taak voor latere onderzoekers gemakkelijk te maken. In de allereerste plaats heeft hij willen leveren een verzamelwerk, een *codex musculorum* zouden wij het willen noemen, welke door hen, wier onderzoekingen hen later op dit gebied mochten voeren, met vrucht zal kunnen geraadpleegd worden evenals Testut's werk: *Les anomalies musculaires chez l' homme expliquées par l'anatomie comparée, leur importance en anthropologie.* Paris, 1884.

Voor de wijze, waarop de Schr. dit werk heeft verricht, verdient

hij allen lof. De tamelijk verspreide literatuur is door hem volledig genoeg geraadpleegd; van de daarin neergelegde bouwstoffen heeft hij op verstandige wijze gebruik gemaakt door die met zijne eigene resultaten tot één geheel te werken.

Hetgeen Schr. van zijn eigen onderzoek mededeelt draagt, evenals het vroeger door hem uitgegevene over de anatomie der Hylobatiden, de kenmerken van groote nauwkeurigheid.

De waarde van des Schr. werk zou zeker nog in niet geringe mate verhoogd zijn geworden indien hij had kunnen besluiten uit zijn onderzoek meer algemeene gevolgtrekkingen af te leiden. In overeenstemming evenwel met zijn plan — en in zoo ver kan het hem als verdienste aangerekend worden — heeft hij zich over 't geheel daarvan onthouden. Slechts enkele malen — en wij vermelden hier zijne beschouwingen over het verband tusschen n. ulnaris en medianus — is hij niet zonder goed gevolg van dat plan afgeweken. Meestal echter bepaalt hij zich hierbij tot het verklaren van zijne instemming met de opvatting van RUGE e. a.

Het voorafgaande mag o. i. evenwel niet leiden tot een al te ongunstig oordeel over deze overigens zeer verdienstelijke verhandeling; zij zou zeker aan beteekenis gewonnen hebben door het opnemen van algemeene gevolgtrekkingen. Maar het geheel, zoo als het ons wordt aangeboden, verdient lof èn om de wijze van bewerking èn om de moeite en inspanning, vereischt om zulk een werk, de vrucht van tijdroovend en langdurig onderzoek tot stand te brengen.

Wij stellen derhalve aan de Afdeeling voor de verhandeling van Dr. KOHLBRUGGE in hare werken op te nemen.

De conclusie van het verslag wordt goedgekeurd.

Aardkunde. — De Heer BEHRENS brengt, ook namens den Heer LELY, het volgende verslag uit over de verhandeling van den Heer Dr. J. L. C. SCHROEDER VAN DER KOLK: *„Bijdrage tot de Karteering onzer zandgronden. II.”*

De Heer SCHROEDER V. D. KOLK geeft in de genoemde verhandeling de uitkomsten der toepassing zijner scheidingsmethode met behulp van bromoform op 800 grondmonsters. Deze verhandeling is dus een vervolg op het stuk, dat onder denzelfden titel reeds een plaats in de geschriften der Akademie gevonden heeft. Het doel

is niet zoozeer, de onderzochte zandgronden te beschrijven, dan veelmeer, de waarde der nieuwe scheidingsmethode voor geologisch onderzoek te toetsen en door uitgebreide toepassing stelregels voor het gebruik der methode te vinden. Laten wij hier dadelijk aanmerken, dat de Heer SCHROEDER v. d. KOLK hierin naar wensch geslaagd is.

Het verlangen naar inkrimping der breedvoerige beschrijvingen in de geschriften ter voorbereiding eener nieuwe geologische kaart van Nederland, dat meermalen in de Akademie uitgesproken werd, heeft in deze verhandeling behartiging gevonden. De talrijke gegevens omtrent de samenstelling der monsters zijn in den meest beknopten vorm in tabellen en graphische voorstellingen saamgedrongen, die ruim $^1/_3$ der verhandeling uitmaken.

Hetgeen over den oorsprong en de algemeene geaardheid der monsters moest medegedeeld worden, is in het eerste hoofdstuk der verhandeling te vinden. Ruim 300 der monsters zijn van 48 boringen langs het geprojecteerde kanaal *Drongelen — den Bosch* afkomstig. De verspreiding dezer boringen over eene lengte van 20 Kilom. en de gemiddelde diepte der boorgaten van 10 M. maken het onderzoek dezer monsters belangrijk. Het heeft o. a. het resultaat opgeleverd, dat tusschen Baardwijk en de Vughtsche heide in de diepte eene samenhangende laag van Zuidelijk Diluvium aangetroffen wordt. Onder letter B worden 240 monsters van den zeebodem tusschen den *Nieuwen Waterweg en Wassenaar* besproken, die op last van Z. E. den Minister v. Waterstaat verzameld waren. Bij het onderzoek dezer monsters werd aan den voet der duinen een maximum en op 5 M. diepte een tweede maximum van zware mineralen gevonden. Eene putboring op de markt te *Bodegraven* heeft 32 monsters geleverd, de overige zijn door boringen te *Apeldoorn*, te *Epe*, te *Hengeloo* en te *Doetichem* verkregen en aan het slot van hoofdstuk I wordt nog van een 12tal monsters van verschillenden oorsprong gewag gemaakt.

In den aanhef van hoofdstuk II wordt de vraag gesteld: hoe dient men te werk te gaan, om met behulp der nieuwe scheidingsmethode uit te maken, of een zandmonster van diluvialen of wel van alluvialen oorsprong is? Heeft men met *reeksen* van monsters te doen, zoo kunnen deze naar het gehalte aan zware mineralen geclassificeerd worden. Men neemt hierbij een gehalte van 0.4 % als punt van uitgang en volgt óf eene meetkundige reeks (0.4, 0.2, 0.1) óf eene rekenkundige.

Graphische voorstelling naar meetkundige classificatie geeft voor alluviale reeksen eene symmetrische, voor diluviale eene onsymmetrische,

halve kromme; graphische voorstelling naar rekenkundige classificatie geeft eene langgerekte onregelmatige kromme voor alluviale, eene gedrongene symmetrische kromme voor diluviale reeksen. Voor *enkele monsters* is de vraag moeilijker. Hier is op eene vernuftige wijze partij getrokken van den verschillenden weerstand tegen vergruizing en afschuring bij twee der meest verspreide zware mineralen. *Amphibool* is tengevolge zijner splijtbaarheid in meerdere mate aan vergruizing blootgesteld dan *granaat*, zal zich dus bij herhaalde schifting van gemengd zand door stroomend water niet in die mate kunnen ophoopen als het laatstgenoemd mineraal. In diluviale monsters uit Denemarken werd de verhouding van amphibool tot granaat gelijk 2 : 1 en zelfs 3 : 1 gevonden, in gemengd Noordduitsch diluvium 1 : 1 en 2 : 1, evenzoo in Groningsch zand. Daarentegen werden voor alluviale zanden de verhoudingen 1 : 5, 1 : 12, voor duinzand van Schiermonnikoog 1 : 15, van Ameland 1 : 30, van Scheveningen 1 : 50 gevonden. Overeenkomstig hiermede neemt de hoeveelheid amphibool dikwijls met de diepte toe, en bij verdeeling van reeksen tot klassen, naar het gehalte aan zware mineralen, blijkt, dat granaat in veel sterkere mate voor ophooping vatbaar is, dan amphibool.

De wenken in dit tweede hoofdstuk vervat verdienen ten zeerste in ruimeren kring bekend gemaakt te worden, en het is te hopen dat het voornemen van den Heer SCHROEDER V. D. KOLK, ook de lotgevallen van andere kenmerkende mineralen tot onderwerp van een dergelijk onderzoek te maken, spoedig moge verwezenlijkt worden.

De conclusie van het verslag wordt goedgekeurd.

Bibliographie. — De Heer HOEK brengt ook namens den Heer WEBER het volgende verslag uit over de circulaire van de *British Association on Zoological Bibliography and Publication.*

De welbekende British Association heeft eene Commissie ingesteld voor Zoölogische Bibliographie en Publicatie. De Secretaris dezer Commissie heeft eene gedrukte circulaire toegezonden aan Redacties van Periodieke uitgaven. Zoo ook aan den Redacteur der Uitgaven van de Koninklijke Akademie.

De Commissie in wier handen deze gedrukte circulaire gesteld werd, heeft de eer daarover het volgende te berichten.

De circulaire behelst eenige wenken door Tijdschrift-Redacties bij de uitgave van stukken of afleveringen van haar orgaan en bij het doen gereedmaken van overdrukken van daarin voorkomende

opstellen te behartigen. Die wenken zijn zoovele voorschriften, met welke de genoemde Commissie uit de British Association zegt van harte in te stemmen en die, naar zij beweert, het algemeen gevoelen uitdrukken van de wetenschappelijke onderzoekers. Wij laten die voorschriften hier volgen en wagen het bij elk voorschrift aan te stippen, in hoeverre de Akademie het nu reeds nakomt; waar dit niet het geval is zetten wij uiteen, in hoeverre het ons wenschelijk voorkomt, dat er voortaan rekening mede gehouden worde.

(1) Ieder stuk van eene periodieke uitgave moet op het omslag den werkelijken datum van het in het licht verschijnen, zoo juist als dit maar kan, te lezen geven; diezelfde datum moet, zoo mogelijk, op het laatst afgedrukte vel van dat stuk te vinden zijn.

Uwe Commissie meent, dat het wenschelijk is, dat ook de Akademie voortaan dit voorschrift opvolgt: zij gelooft niet, dat er bezwaren van beteekenis tegen kunnen bestaan, terwijl niet te loochenen valt, dat er prioriteits-moeielijkheden door kunnen voorkomen worden.

(2) Overdrukken moeten z.g. onveranderd gepagineerd worden, de daarbij behoorende platen moeten het volgnommer, dat de plaat in de periodieke uitgave zelve draagt, te lezen geven. Eene verwijzing naar het Tijdschrift, waaruit de overdruk afkomstig is, mag niet ontbreken.

Wat de uitgaven der Akademie aangaat, zoo worden van de afzonderlijk verschijnende *Verhandelingen* geene overdrukken in anderen vorm, als waarin die verhandelingen door de Akademie verspreid worden en in den handel voorkomen, uitgereikt. Voor die uitgaven is dit voorschrift dus overbodig. Anders is dit tegenwoordig met in de *Verslagen* voorkomende mededeelingen. Hiervan worden overdrukken verspreid, die *afzonderlijk* gepagineerd worden. Uwe Commissie zou nu gaarne zien, dat voortaan overeenkomstig het bovenstaande voorschrift gehandeld werd. Daar de afzonderlijke mededeelingen in den regel niet boven aan eene bladzijde beginnen, zal een noodzakelijk gevolg van dezen maatregel zijn, dat de eerste bladzijde van het overdrukje vaak slechts voor een gedeelte bedrukt zal zijn.

Daar de maandelijks aan de leden toegezonden Vergadering-verslagen eigenlijk ook overdrukken zijn uit den jaarlijks verschijnenden bundel Zittingsverslagen, meent zij vrijheid te hebben er opmerk-

zaam op te maken, dat de titel van het deel niet in overeenstemming is met de titels der maandelijks verschijnende vergaderingverslagen. Het heet thans op den titel van het deel: Verslagen van de Zittingen der Wis- en Natuurkundige Afdeeling, terwijl men op de afzonderlijke Verslagen leest: „Gewone Vergadering der Afdeeling Natuurkunde." Voor iemand, die onze taal b. v. maar gedeeltelijk verstaat, of die de geschriften onzer Akademie slechts af en toe raadpleegt, kan men het niet als van zelf sprekend beschouwen, dat eene „*Zitting*" hetzelfde is als eene „*Gewone Vergadering* en dat de *Afdeeling Natuurkunde* dezelfde is als de *Wis- en Natuurkundige Afdeeling*.

(3) Overdrukken moeten niet rondgedeeld worden, alvorens het opstel in het orgaan zelf het licht heeft gezien.

Tegen dit voorschrift kan, wat de *Verhandelingen* der Akademie aangaat, moeielijk gezondigd worden. Voor de overdrukken uit de *Verslagen der Vergaderingen*, die steeds binnen weinige dagen na het houden der vergadering rondgezonden worden, wordt het reeds nu in acht genomen.

Dit zijn de drie voorschriften, op welker naleving de Commissie uit de British Association bij de Redacties van Tijdschriften, enz. aandringt. Kan men er zich niet mede vereenigen, dan houdt zij er zich voor aanbevolen omtrent de bezwaren, die men er tegen heeft, ingelicht te worden. Uwe Commissie meent echter veilig de naleving der voorgestelde regels te mogen aanbevelen.
Bovendien worden echter in de in onze handen gestelde circulaire nog een viertal voorschriften gegeven, die meer in het bijzonder aan het adres van de auteurs van wetenschappelijke, met name van zoölogische, opstellen gericht zijn. Het zijn de volgende:

(4) Het is wenschelijk, dat men het onderwerp van zijn opstel in den titel kenbaar maakt, terwijl men er tevens naar streven moet, dien titel zoo beknopt mogelijk te maken.

(5) Nieuwe soorten moeten voldoende gekarakteriseerd worden en hunne beschrijving zoo mogelijk van eene afbeelding vergezeld gaan.

(6) Een nieuwe naam voor eene diersoort worde nooit voorgesteld in een noot aan den voet eener bladzijde, noch in eenige anonyme mededeeling (paragraaf).

(7) Verwijzingen naar vroeger verschenen opstellen moeten volledig en nauwkeurig geschieden, zoo mogelijk in overeenstemming met algemeen aangenomen voorschriften, zooals bijv. diegene zijn, die onlangs door de Fransche Dierkundige Vereeniging zijn vastgesteld.

De Commissie uit de British Association eindigt met er opmerkzaam op te maken, dat, wat deze laatste punten betreft, door Redacties van Tijdschriften en Commissies van uitgave en redactie een groote invloed, om ze ingang te doen vinden, kan uitgeoefend worden; dat iedere medewerking, om daartoe te geraken, op prijs gesteld zal worden, niet alleen door die Commissie, maar door de Zoölogen in 't algemeen.

Uwe Commissie stemt ook hierin met de Commissie uit de British Association overeen. Oogenschijnlijk behoort alles wat hier wordt bepleit, tot het gebied der kleinigheden. Toch acht zij het nuttig, dat op die kleinigheden wordt gelet, mitsdien is zij erkentelijk voor de gelegenheid, die haar werd geboden, er de aandacht der Afdeeling op te vestigen.

Aan den Secretaris zal worden overgelaten na te gaan in hoever deze regels door de Akademie kunnen worden gevolgd.

Anatomie. — De Heer VAN WIJHE demonstreert *eenige met behulp van formol gefixeerde anatomische praeparaten* en spreekt *„over de opvatting der spinale zenuw als complex van twee zelfstandige zenuwen"*.

(Deze mededeelingen zullen in het verslag der volgende vergadering worden opgenomen).

Een vraag van den Heer KOSTER wordt door den Spreker beantwoord.

Physiologie — De Heer HAMBURGER spreekt *„over den invloed der ademhaling op het volumen en den vorm der bloedlichaampjes"*.

In een opstel, getiteld „Over den invloed der ademhaling op de permeabiliteit der roode bloedlichaampjes"[1]) werd aangetoond, dat wanneer men CO_2 voert door gedefibrineerd bloed, het serum rijker wordt aan eiwit en alkali, doch armer aan chloor, en dat doorvoering

[1]) Versl. en meded. d. Kon. Akad. v. Wetensch. 3e Reeks Dl IX, blz. 197. 1891.

van zuurstof juist het tegengestelde bewerkt. Beide processen bleken omkeerbaar te zijn, en werden ook in het lichaam geconstateerd. Het bleek toch dat het serum van jugularis-bloed rijker was aan eiwit en alkali doch armer aan chloor dan het serum van carotis-bloed.

Maar niet alleen bleek onder den invloed van koolzuur het eiwitgehalte toe te nemen, doch er werd ook een vermeerdering geconstateerd van het suiker- en vetgehalte [1]).

Van verschillende zijden [2]) werden deze onderzoekingen, voorzoover zij werden herhaald, bevestigd en uitgebreid. Als de meest belangrijke uitbreiding mag zeker wel genoemd worden de waarneming van von Limbeck [3]), dat ook water aan de verplaatsing deelneemt. Hij vond n.l., dat onder den invloed van CO_2 water uit het serum in de bloedlichaampjes, en onder den invloed van zuurstof, water uit de bloedlichaampjes naar het serum overgaat, dat, m. a. w. de bloedlichaampjes door koolzuur zwellen en door zuurstof krimpen. Ik heb die waarneming volkomen kunnen bevestigen en heb daaraan nog enkele nieuwe feiten en beschouwingen vastgeknoopt, die mij niet van belang ontbloot schijnen.

In de eerste plaats heb ik mij de vraag voorgelegd, of de zwelling der roode bloedlichaampjes, waargenomen in het door CO_2-doorvoering *kunstmatig* veneus gemaakte bloed, ook zou kunnen geconstateerd worden bij vergelijking van het *natuurlijke* veneuse met het natuurlijke arterieele bloed [4]).

Tot dit doel werd bloed opgevangen uit de a. carotis en de v. jugularis van een paard in twee gelijke maatcylinders, die voor $^1/_{10}$ gevuld waren met een isotonische oplossing van natrium-oxalaat. Gelijke volumina van beide mengsels werden gebracht in gesloten gecalibreerde buizen en gecentrifugeerd. Het bleek nu, dat het jugularis-bloed steeds een hooger bezinksel achterliet dan het carotis-

---

[1]) Verh. d. Kon. Akad. v. Wetensch. Dl. III No. 10. 1894.

[2]) v. Limbeck, Archiv f. exp. Path. u. Pharmak. B. 35. S. 309. 1894.
v. Limbeck, Klinische Pathologie des Blutes. 2e Aufl. Jena 1896. S. 168.
C. Lehmann, Archiv. f. d. gesammte Physiol. B. 58. S. 432. 1894.
Gürber, Sitzungsber, der med. phys. Gesellsch. zu Würzburg. 25 Febr. 1895.
Manca, Estratto dal Sperimentale, anno XLVIII (Sezione Biologica, fasc. V e VI).
Botazzi, Ibid. anno XLIX, fasc. III.

[3]) l.c.

[4]) Vergel. Over het onderscheid in samenstelling tusschen arterieel en veneus bloed. Bijdrage tot de methode van vergelijkend bloedonderzoek. Verh. d. Koninkl. Akad. v. Wetensch. Dl. 1. No. 5. 1892.

bloed. Het verschil bedroeg in 8 proeven van 1—7.5°/₀ van het geheele bezinksel van het arterieele bloed.

Een ander deel van het in den maatcylinder aanwezige oxalaatbloed werd aangewend om het volumen der bloedlichaampjes nauwkeuriger te bepalen. Hiertoe maakten wij gebruik van een methode, waarvan het beginsel door EYKMAN werd aangegeven, ten behoeve van bloedonderzoekingen bij den mensch [1]), doch waarvan de uitvoering voor ons doel met voordeel kon gewijzigd worden [2]).

Ook deze proeven leerden eenstemmig, dat het volumen der bloedlichaampjes in jugularisbloed aanzienlijker was dan in carotisbloed. De verschillen bedroegen van 0.8°/₀—6.9°/₀ van het geheele bezinksel van het arterieele bloed. Valt alzoo niet te betwijfelen, dat inderdaad het gezamenlijk volumen der gevormde bestanddeelen in jugularisbloed grooter is dan in carotisbloed, dan zou men nog kunnen denken aan de mogelijkheid, dat dit verschil zijn grond had niet in een merkbare zwelling van ieder der lichaampjes, maar in het verschil in aantal. Doch COHNSTEIN en ZUNTZ [3]) konden bij het groot aantal tellingen der bloedlichaampjes in het overeenkomstige veneuse en arterieele bloed onder normale omstandigheden nooit een verschil constateeren. Het moet dus in ieder geval gering zijn. Dit verwondert ons eigenlijk niet wanneer wij bedenken, hoe zwak en weinig beteekenend de lymphstroom is tegenover den bloedstroom. Men mag derhalve, ook al in verband met de aanzienlijke zwelling (± 25 °/₀) waargenomen in het kunstmatig veneus gemaakte bloed, aannemen, dat de bloedlichaampjes van het jugularisbloed een grooter volumen bezitten dan die van het carotisbloed.

Nu vindt men in sommige leerboeken over physiologie terloops vermeld, dat volgens mikroskopische metingen van MANASSEIN de bloedlichaampjes van het veneuse bloed *kleiner* zouden zijn dan van het arterieele [4])

Met het oog op deze tegenstrijdigheid besloot ik zelf een reeks van metingen te verrichten.

---

1) Jaarverslag v. h. laborat. voor pathol. anatomie en bacteriologie te Weltevreden, over het jaar 1894. p. 122.

2) Bijzonderheden daaromtrent en ook over de andere hier nog ter sprake komende punten zullen elders medegedeeld worden.

3) Pflüger's Archiv, B. 32. S. 303.

4) Deze opgave is niet geheel juist. MANASSEIN spreekt deze stelling wel uit voor het *kunstmatig* veneus en arterieel gemaakte bloed, maar voor de beide natuurlijke bloedsoorten uit hij slechts het vermoeden in een noot. Zie MANASSEIN, Ueber die Dimensionen der rothen Blutkörperchen unter verschiedenen Einflüssen. S. 40. Berlin. Hirschwald 1872.

Ik zal hier op de methode van experimenteeren niet ingaan, maar alleen vermelden, dat het carotis- en jugularisbloed verkregen werd door het op te vangen in een flesch, waarin zich stukjes glas bevonden. Nadat de flesch geheel gevuld was, werd geschud om te defibrineeren. Op deze wijze behielden de bloedlichaampjes hun natuurlijk O- en CO_2-gehalte. De metingen geschiedden met behulp van $^1/_{18}$ homogeen-immersie en oculair-mikrometer 3 Zeiss. In ieder praeparaat werd de groote diameter van 100 bloedlichaampjes gemeten en daarvan het gemiddelde genomen. Doch in tegenstelling met hetgeen zich uit mijn zooeven genoemde proeven liet verwachten, bleek, dat de gemiddelde diameter van de jugularisbloedlichaampjes kleiner was dan die der carotisbloedlichaampjes.

Slechts bij twee van de acht onderzochte dieren kon een onderscheid nauwelijks geconstateerd worden. In geen der gevallen echter was de diameter der jugularisbloedlichaampjes *grooter* dan die der carotisbloedlichaampjes.

Het scheen nu gewenscht, bloed te onderzoeken, waarvan het CO_2 en O-gehalte resp. aanzienlijker was dan in het normale jugularis- en carotisbloed.

Paard.	Diameter van 100 bloedlichaampjes, uitgedrukt in micra.
Carotis-bloed.	**746**
Jugularis-bloed.	749
Bloed uit de v. jugularis na 7 minuten stuwing.	719
Het vorige stuwingsbloed 5 minuten met CO_2 behandeld.	693.50
Het Carotis bloed geschud met 0.	750
Carotis-bloed.	**763**
Jugularis-bloed.	741
Bloed uit de v. jugularis na 7 minuten stuwing.	709.75
Het vorige stuwingsbloed 5 minuten met CO_2 behandeld.	681
Het CO_2-stuwingsbloed met 0 geschud.	756.25
Het carotis bloed met 0 geschud.	769.50

Om bloed te verkrijgen van hooger CO_2-gehalte, werd de jugularis 7 minuten dichtgedrukt, en het bloed, na ontlasting, op de beschreven wijze gedefibrineerd. Van dit stuwingsbloed werden de bloedlichaampjes gemeten. Om bloed van nog hooger CO_2 gehalte te verkrijgen, werd dit stuwingsbloed met koolzuur behandeld. En eindelijk, om arterieel bloed te verkrijgen met een hooger O-gehalte dan het carotisbloed bezat, werd dit laatste met zuurstof geschud.

Zie (tab. I p. 211) het resultaat der metingen in twee der proevenreeksen, bij twee dieren.

Hieruit volgt, dat hoe hooger het koolzuurgehalte stijgt, des te kleiner de diameter van het bloedschijfje wordt. Andere proevenreeksen gaven een gelijkluidend resultaat.

Thans werd een andere bloedsoort beproefd, kippebloed n.l. Daarin hebben, gelijk bekend is, de bloedlichaampjes een platten ellipsoïdischen vorm. Nadat volgens de beschreven methoden gevonden was, dat ook hier het CO_2 een zwelling van het geheele volumen der bloedlichaampjes teweegbracht, werd het mikroskopisch onderzoek aangevangen. In ieder praeparaat werden van 100 bloedlichaampjes de lengte en breedte gemeten. Het resultaat van twee der proevenreeksen bij twee dieren laat zich als volgt samenvatten:

Kip.	*Lengte* as van 100 bloed-lichaampjes.	*Breedte*-as van 100 bloed-lichaampjes.	Lengte × breedte van 100 bloed-lichaampjes.	Aanmerkingen.
Bloed opgevangen bij slachting en aan de lucht gedefibrineerd.	**1483,50**	**942**	**13938**	
Het vorige bloed, gedurende 5 min. met CO_2 behandeld.	1561,25	990	14836	
Het CO_2 bloed, kortstondig met lucht geschud	1504	973	14557	
Carotisbloed.	**1584,75**	**947,5**	**15000**	
Jugularisbloed.	1587	961	15251	
Carotisbloed aan de lucht gedefibrineerd.	1579,5	978	15447	
Door dit carotisbloed 5 minuten CO_2.	1601,5	992	15886	
Door het vorige carotisbloed weer 5 min. CO_2.	1426,5	874	12463	Verscheiden bolletjes reeds aanwezig. Gemiddelde diameter 7.39.
Door het vorige carotisbloed weer 5 min. CO_2	1375	812,5	11577	Veel meer bolletjes dan in het vorige praeparaat. Gemiddelde diameter 7,69

Uit de eerste proevenreeks leert men dat tengevolge van het doorvoeren van koolzuur gedurende 5 minuten, een vergrooting van lengte en breedte ontstond, welke weer gedeeltelijk werd opgeheven door kortstondige behandeling met lucht. Uit de tweede proevenreeks blijkt dat bij langduriger doorvoeren van koolzuur (10 min.) de lengte en de breedte daalden *beneden* die van de normale bloedlichaampjes. Bij nog langer doorvoeren namen lengte en breedte nog meer af. Opmerkelijk was hierbij, dat tal van bloedlichaampjes den bolvorm hadden aangenomen.

Men ziet hier dus verkleining van de dimensies zoowel in lengte als in breedte.

Vanwaar nu deze tegenstrijdigheid tusschen de mikroskopische metingen en de besproken volume-bepalingen? Onderzoekingen, het vorige jaar door mij verricht [1]), geven tot een verklaring den sleutel. Ik vond toen, dat, in welke zoutoplossing men de biconcave bloedlichaampjes van zoogdieren ook brengt, in isotonische, waarbij hun *volumen* onveranderd blijft, of in hypisotonische waarin ze zwellen, steeds de diameter kleiner wordt, en wel doordien zij den biconcaven vorm verliezen en den bolvorm aannemen. Ook in hun serum, dat met 5 of meer percent water is verdund streven zij naar den bolvorm. Ja zelfs in lymph, die door toevoeging van een weinigje water met het bijbehoorende serum isotonisch is gemaakt, worden de bloedlichaampjes bolvormig. De geheele of gedeeltelijke overgang naar den bolvorm bleek niet blijvend, want bracht men de bloedlichaampjes weer in hun serum terug, dan namen zij den biconcaven vorm aan en plaatsten zich weer bijwijze van geldrolletjes tegen elkander.

Het valt wel niet te betwijfelen of men heeft hier bij de inwerking van koolzuur met een gelijk verschijnsel te doen: de bloedlichaampjes komen in een veranderd medium te liggen. Vermindert de biconcaviteit dan nemen de schijfjes in diameter af, en hebben zij eenmaal den bolvorm aangenomen, dan leeren de metingen, dat nù bij verdere doorvoering van koolzuur de bolletjes in diameter toenemen.

Wat voor de biconcave schijfjes der zoogdierbloedlichaampjes geldt, is ook toepasselijk op de platte, ellipsoïdische bloedlichaampjes van het vogelenbloed. Wanneer zij naar den bolvorm streven, neemt de doorsnede, welke door lengte- en breedteas gaat af, terwijl de dikteas groeit. En dat streven naar den bolvorm heeft plaats, wanneer zij zwellen door inwerking van CO_2. Intusschen is bedoeld streven

---

[1]) Ueber die Formveränderung der rothen Blutkörperchen in Salzlösungen, Lymphe und verdünntem Blutserum. VIRCHOW's Archiv. B. 141. S. 230. 1895.

niet zoo sterk als bij de biconcave schijfjes: immers doorvoering van *weinig* CO_2 openbaart zich in het mikroskoop nog duidelijk door een vergrooting van lengte en breedte, terwijl ook de groote doorsnede der *natuurlijke* jugularis-lichaampjes grooter blijkt dan die der natuurlijke carotis-lichaampjes. Eerst doorvoering van meer CO_2 veroorzaakt afname van lengte en breedte en wel zoolang totdat de bolvorm bereikt is. Maar is deze dan ook eenmaal bereikt, dan ziet men, gelijk uit de proef in de kolom van „aanmerkingen" blijkt, dat bij verdere doorvoering van CO_2 de bolletjes ook weer in diameter toenemen.

Aan welke oorzaak het moet worden toegeschreven dat de bloedlichaampjes onder de beschreven voorwaarden naar den bolvorm streven, heb ik nog niet nader onderzocht. Misschien hebben we hier te doen met een quaestie van oppervlakte-spanning. Maar wat ik wel nader heb overwogen, is een vraag, die mij voorshands meer belangrijk voorkwam, n.l. waarom zwellen de roode bloedlichaampjes door CO_2 en krimpen ze door O weer in. Dat men hier te doen heeft met een verschijnsel van niet geringe beteekenis, mag men à priori reeds opmaken uit de duidelijkheid en den ruimen omvang der numerische waarden, waarin het zich uit. Voert men toch koolzuur door bloed, en wel in een hoeveelheid waarbij de bloedlichaampjes, te oordeelen naar het behoud van hun kleurstof en naar de omkeerbaarheid tot hun vroegeren toestand, intact blijven, dan kan hun volumen ongeveer met 25% toenemen. En uit vergelijkende onderzoekingen van *natuurlijk* veneus en arterieel bloed blijkt, zooals boven werd meegedeeld, het verschil in volumen der bloedlichaampjes van veneus en arterieel bloed van 0.8%—6.9% te bedragen.

Wat nu de oorzaak der zwelling betreft ben ik na langdurige onderzoekingen in verschillende richting tot de conclusie gekomen, dat bij inwerking van CO_2 op het bloed, het gehalte aan waterantrekkende stoffen meer toeneemt in de bloedlichaampjes dan in het omringende serum. Hierdoor ontstaat een stoornis in het osmotisch evenwicht; om deze te herstellen moeten de bloedlichaampjes water uit het serum opnemen, m. a. w. zwellen. Genoemde stoornis hoop ik nader te analyseeren in een volgende mededeeling, die handelen zal over den invloed van alkaliën en zuren op de bloedlichaampjes. Thans zou mij zulk een analyse te ver voeren. Liever wil ik nu wijzen op de beteekenis der zwelling ook in verband met haar oorzaak.

Zooals gezegd is, heb ik vroeger waargenomen, dat door inwerking van CO_2 op het bloed, het serum rijker wordt aan eiwit, suiker,

vet en alkali, en stilzwijgend aannemende, dat hierbij de bloedlichaampjes niet van volumen veranderen, heb ik het verschijnsel uitsluitend toegeschreven aan een overgang van die stoffen uit de bloedlichaampjes naar het serum. Thans blijkt, dat genoemde vermeerdering voor een groot deel moet verklaard worden door den overgang van water uit het serum naar de bloedcellen, waardoor het bloedvocht meer geconcentreerd wordt. Nauwkeurige quantitatieve bepalingen van het volumen van het serum naast niet minder exacte doseeringen van zijn eiwit-, suiker-, vet- en alkaligehalte zullen moeten uitmaken, welk aandeel ieder van de beide genoemde factoren aan de vermeerdering van het gehalte der bewuste substanties in het serum toekomt.

Nu heb ik vroeger in het licht gesteld, hoe doelmatig het voor de stofwisseling in de weefsels moet geacht worden, dat onder den invloed van het koolzuur het eiwit-, suiker-, vet-, en alkaligehalte van het serum stijgt [1]). Thans is gebleken, dat de zwelling der bloedlichaampjes een van de belangrijke momenten is, waardoor die doelmatige regeling bereikt wordt.

In het voorbijgaan zij opgemerkt, dat de zwelling tevens een ongedwongen verklaring geeft van het door mij gevonden en door v. Limbeck bevestigde feit, dat de bloedlichaampjes van het met koolzuur behandelde bloed reeds in een sterker zoutoplossing kleurstof beginnen af te geven dan die van het normale bloed, een waarneming, welke ook bij vergelijking van het natuurlijke veneuse en arterieele bloed geldigheid bleek te bezitten en die het uitgangspunt vormde voor al mijn onderzoekingen over den invloed van CO_2-gas, alkali en zuur op het bloed. Wat toch is het geval? Tengevolge van de inwerking van koolzuur is het gehalte aan wateraantrekkende stoffen in het bloedlichaampje toegenomen, zoodat de omringende zoutoplossing welke in staat is met den inhoud van het CO_2-bloedlichaampje osmotisch evenwicht te maken sterker zal moeten zijn dan vóór de behandeling met CO_2. In de zoutoplossing waarin het normale bloedlichaampje in evenwicht was, zal de CO_2-bloedcel dus zwellen. En aangezien nu het bloedlichaampje slechts een beperkte zwelling kan verdragen, zonder zijn kleurstof te verliezen, zal het CO_2-lichaampje zijn maximale zwellingsgrens reeds bereikt hebben in een zoutoplossing, waarin de normale bloedcel nog haar kleurstof behoudt.

Merkten wij zooeven op, dat voor de stofwisseling in de weefsels de zwelling der bloedlichaampjes van belang is, ook uit een algemeen

---

[1]) Verh. d. Kon. Akad. v. Wetensch. Dl. III N°. 10, 1894.

oogpunt schijnt ze mij van beteekenis. In de eerste plaats heeft men hier te doen met een rythmische zwelling en inkrimping van cellen, welke in de physiologie der hoogere dieren, voorzoover mij bekend is, geen analogon heeft. In de tweede plaats geeft zij een vingerwijzing naar de verklaring voor protoplasma-bewegingen. Reeds voor jaren is door ENGELMANN gewezen op de groote beteekenis der waterverplaatsing voor de vormverandering, en in verband hiermede, voor de beweging van het protoplasma (amoeboïde-trilhaarbeweging, enz.)[1]. Hij heeft duidelijk gemaakt, hoe de kleinste deeltjes, waaruit het protoplasma kan beschouwd worden opgebouwd te zijn, en die hij inotagmen noemt, na opneming van water van vorm veranderen, en hoe de vormverandering der enkele ten opzichte van elkander zeer beweeglijke inotagmen een voor ons zichtbare vormverandering der inotagmen-complexen moet ten gevolge hebben.

Om de wateropneming zelf te verklaren, daartoe kon hij bij het toenmalig standpunt der wetenschap geen poging wagen. Zou men nu niet geneigd zijn om na hetgeen thans bij de zwelling der roode bloedlichaampjes en omtrent de oorzaak daarvan is waargenomen, den draad weer op te vatten en de waterverplaatsing in het protoplasma in verband te gaan brengen met een wijziging in de osmotische spanning, veroorzaakt door chemische processen, welke door de bewegingsprikkels zijn uitgelokt? Ik denk hierbij ook aan de spieren, waar, volgens de onderzoekingen van ENGELMANN, een waterbeweging van de isotrope naar de anisotrope schijfjes moet aangenomen worden. Nu heeft vrij zuur een tweemaal zoo hooge osmotische spanning als de aequivalente hoeveelheid alkali. Heeft er tengevolge van de prikkeling der spier een ontleding plaats van zout, b.v. van KCl., met het gevolg dat alkali naar de isotrope, en zuur naar de anisotrope laag vertrekt, dan moet hierdoor de anisotrope stof water aantrekken uit de isotrope en zwellen. Ik hecht aan die voorstelling voorloopig niet meer gewicht dan aan een nog niet voldoend met feiten gestaafde hypothese; wellicht is het een goede werkhypothese.

In ieder geval dringt zich hier de gedachte op, dat men bij de bewuste zwelling der bloedlichaampjes te doen heeft met een uiting van een algemeen beginsel.

Dat men inderdaad bij de roode bloedlichaampjes niet te doen heeft met iets specifieks dat alleen voor deze soort van cellen geldt, is mij reeds gebleken bij een andere soort van cellen, die met roode bloedlichaampjes onder gelijke omstandigheden leven, n.l. de *witte*.

[1]) Vergel. o. a. ENGELMANN, Physiologie der Protoplasma- und Flimmerbewegung. Hermann's Handbuch der Physiologie. B. I. Th. I. blz. 379 e. v.

Op het eerste gezicht schijnt het mikroskopisch onderzoek van hun diameter een zeer groot bezwaar aan te bieden, omdat de cellen amoeboïde bewegingen vertoonen. Laat men hen echter drie à vier uren bij kamertemperatuur aan zichzelf over, dan nemen zij den bolvorm aan.

Het paardebloed is voor dit onderzoek het meest geschikt.

Men gaat op de volgende wijze te werk: men laat de roode bloedlichaampjes bezinken en reeds na een half tot een uur kan een gele, troebele vloeistof afgepipetteerd worden. Die vloeistof bevat bijna alle witte bloedlichaampjes en ook nog eenige roode. De laatste zijn in de minderheid, omdat zij reeds grootendeels bezonken zijn, wat met de witte bloedlichaampjes niet het geval is.

Het bleek nu, dat na doorvoering van koolzuur door het troebele serum, de bloedlichaampjes aanzienlijk in diameter waren toegenomen. Dit verschijnsel was ook waar te nemen bij vergelijking van het natuurlijke arterieele en veneuse bloed.

De volgende tabel vat de resultaten van een proevenreeks samen. Ten einde een indruk te geven van den graad van nauwkeurigheid der metingen, heb ik de som der diameters van iedere 25 metingen naast elkander geplaatst. Vele dier metingen zijn, evenals bij de roode bloedlichaampjes, met groote nauwgezetheid uitgevoerd door den Heer J. A. Klauwers, assistent aan mijn laboratorium.

Paard.	Diameter van 25 *witte* bloedlichaampjes, uitgedrukt in micra	Diameter van 100 *witte* bloedlichaampjes in micra.
Carotisbloed	221 — 224 — 219,25 — 221,75	885.25
Jugularisbloed.	236 — 233,25 — 232 — 235.50	937
Stuwingsbloed.	239,25 — 235,75 — 235,50 — 237,75	948.25
Stuwingsbloed 5 min. met CO_2 behandeld.	247,75 — 249 — 244,50 — 243	984.25
Carotisbloed met O geschud.	216 — 212,25 — 212 — 213.75	854

Het resultaat is niet twijfelachtig: de gemiddelde diameter van 100 witte bloedlichaampjes is in het jugularisbloed grooter dan in het overeenkomstige carotisbloed. Door stuwing neemt de diameter toe en bij doorvoering van CO_2 door stuwingsbloed groeit de diameter nog meer. Deze uitkomst bevestigt langs mikroskopischen weg hetgeen bij de roode bloedlichaampjes op een andere wijze werd waargenomen, namelijk een rythmische zwelling en krimping onder den invloed der respiratorische gaswisseling.

Résumé.

Het voorgaande onderzoek heeft tot de volgende resultaten geleid:

1°. In het lichaam heeft een rythmische zwelling en inkrimping van de roode en van de witte bloedlichaampjes plaats. De zwelling geschiedt in de bloedcapillaria der weefsels, en wel onder den invloed van het aldaar geproduceerde CO_2; de inkrimping heeft plaats in de longen, omdat daar het CO_2 weer verwijderd wordt.

2°. Voor de roode bloedlichaampjes vooral van de zoogdieren schijnt het *mikroskopisch* onderzoek juist het tegendeel aan te toonen: in het veneuse bloed toch vertoonen de roode bloedlichaampjes niet een grootere, doch een kleinere diameter dan in het arterieele. Bij nader onderzoek blijkt echter dat deze verkleining van diameter veroorzaakt wordt, doordien het biconcave schijfje naar den bolvorm streeft.

Dit streven is minder sterk bij het plat ellipsoïdische vogelenbloedlichaampje. Vandaar dan ook, dat bij dit bloed de veneuse lichaampjes een grootere lengte en breedte vertoonen dan de arterieele. Bij ruime inwerking van CO_2 nemen echter lengte en breedte der ellipsoïden af, ofschoon het volumen toeneemt.

3°. De toeneming in volumen, welke de bloedlichaampjes onder den invloed van CO_2 ondergaan, moet verklaard worden doordien bij inwerking van dit gas op het bloed, het gehalte aan wateraantrekkende stoffen meer in de bloedlichaampjes toeneemt dan in het serum. Hierdoor ontstaat een stoornis in osmotisch evenwicht, tengevolge waarvan de bloedlichaampjes water opnemen en zwellen.

4°. De zwelling der bloedlichaampjes en de daardoor teweeggebrachte concentratie-vermeerdering van het serum is een van de belangrijke momenten, waardoor de voor de stofwisseling in de weefsels zoo doelmatige verhooging van het eiwit-, suiker-, vet- en alkaligehalte tot stand komt.

Tevens geeft genoemde zwelling een ongezochte verklaring van het feit, dat de veneuse bloedlichaampjes reeds in een sterkere zoutoplossing kleurstof beginnen af te geven dan de arterieele.

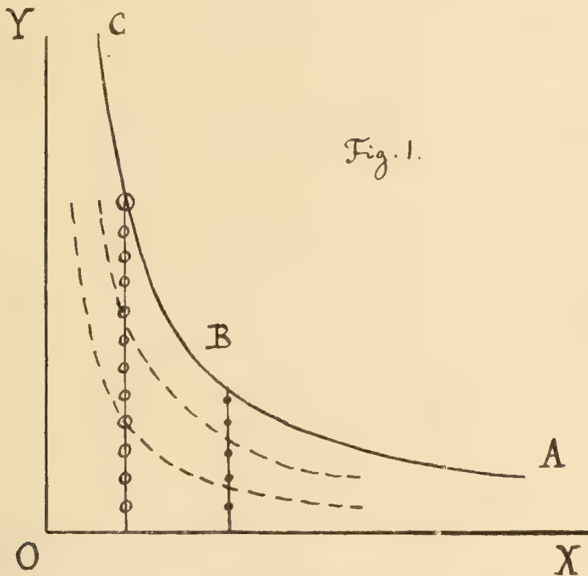
Wiskunde. — De Heer Jan de Vries spreekt: *„Ueber geometrische Beweise zahlentheoretischer Sätze"*.

Wird in einer Ebene ein rechtwinkliges Axenkreuz angenommen, so werden, nach Eisenstein, die Punkte, für welche *beide* Coördinaten ganze Zahlen sind, als *Gitterpunkte* bezeichnet. Durch Abzählung der in einem Rechtecke, sowie in den beiden, durch eine

Diagonale getrennten, rechtwinkligen Dreiecken, enthaltenen Gitterpunkte gelang es EISENSTEIN (Crelle's Journal, Bd. 28, S. 246) dem dritten Gauss'schen Beweis des quadratischen Reciprocitätsgesetzes eine geometrische Form zu geben.

Es soll nun gezeigt werden, wie man durch Abzählungen ähnlicher Art zu wichtigen Relationen zwischen zahlentheoretischen Functionen gelangen kann.

1. Zwischen einem Aste ABC (Figur 1) einer gleichseitigen



Hyperbel $xy = m$ und den Axen OX, OY liegt offenbar eine endliche Anzahl von Gitterpunkten. Indem vorausgesetzt wird, dass m eine ganze Zahl sei, soll die Anzahl der *nicht ausserhalb* der Figur $ABCYOX$ belegenen Gitterpunkte auf zwei verschiedenen Wegen abgezählt werden.

Wie leicht ersichtlich, wird die Anzahl der auf der Geraden $x = y$ befindlichen Gitterpunkte durch $E\left(\frac{m}{y}\right)$ dargestellt [1]) Die gesuchte Gesammtzahl lässt sich somit durch

$$\sum_{x=1}^{x=m} E\left(\frac{m}{x}\right)$$

darstellen.

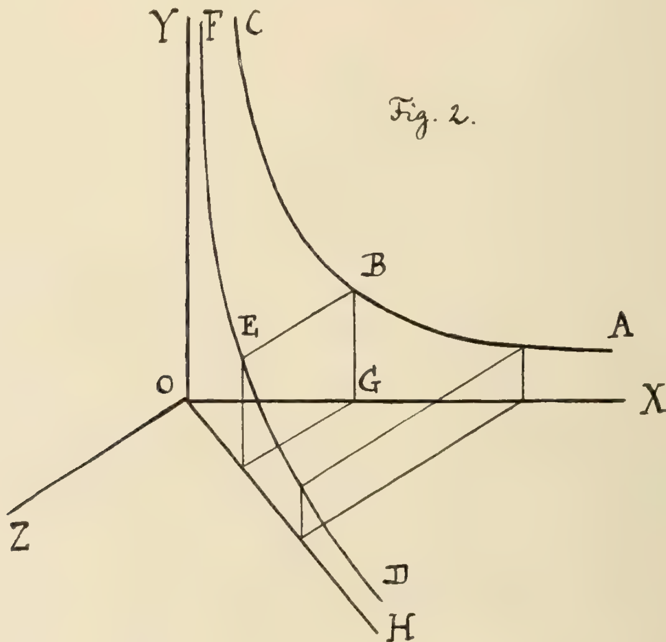
---

[1]) LEGENDRE benutzt das Zeichen $E(x)$ für die grösste in x enthaltene ganze Zahl. GAUSS schreibt hierfür $[x]$.

Anderseits mögen sämmtliche Hyperbeln $xy = n$, wo die ganze Zahl $n \leqq m$ sei, der Betrachtung unterzogen werden. Bedeuten g und h zwei ganze Zahlen, deren Product gleich n ist, so geht die Hyperbel $xy = n$ offenbar durch die Punkte $x = g$, $y = h$ und $x = h$, $y = g$. Demnach enthält diese Curve genau so viele Gitterpunkte, wie die Zahl n Theiler besitzt. Stellt man diese Anzahl durch $\psi(n)$ dar, so ergibt sich nunmehr die bekannte Gleichung

$$\sum_{x=1}^{x=m} E\left(\frac{m}{x}\right) = \sum_{x=1}^{x=m} \psi(x) .$$

2. In Figur 2 stellt HOY die Ebene $x = z$ dar, DEF die



Schnittcurve dieser Ebene mit dem geraden Cylinder $xy = m$, welcher XOY in der Hyperbel ABC schneidet. Es sollen nun die Gitterpunkte (d. h. Punkte, deren *drei* Coördinaten ganze Zahlen sind), welche *nicht ausserhalb* der von $x = z$, $xy = m$, $y = o$, $z = o$ begrenzten Figur liegen, auf dreifache Art abgezählt werden.

Sofort erhellt, dass die Ebene $x = g$ durch $g\,E\left(\frac{m}{g}\right)$ jener Punkte geht.

Beachtet man, dass die Gerade $x = g$, $y = h$, weil (siehe die Figur) $BE = OG$, g Gitterpunkte enthält, so bekommt man für die Anzahl

der auf dem Cylinder $xy = n$ liegenden Punkte die Darstellung $\Psi(n)$, wo das Functionszeichen die Summe sämmtlicher Theiler von n anzeigt.

Demnach ist zunächst

$$\sum_{x=1}^{x=m} x\,E\left(\frac{m}{x}\right) = \sum_{x=1}^{x=m} \Psi(x).$$

Offenbar schneidet die Ebene $y = h$ die sprachliche Figur in einem rechtwinkligen Dreiecke, dessen Katheten je $g = E\left(\frac{m}{h}\right)$ Gitterpunkte tragen, wonach die Gesammtzahl der in jener Ebene enthaltenen Punkte $\frac{1}{2}g(g+1)$ ist. Lässt man nun h die Reihe der Zahlen 1 bis m durchlaufen, so ergibt diese dritte Abzählung die Beziehung:

$$\sum_{x=1}^{x=m} x\,E\left(\frac{m}{x}\right) = \frac{1}{2}\sum_{x=1}^{x=m} E\left(\frac{m}{x}\right) E\left(\frac{m}{x}+1\right).$$

Oder, mit Hülfe einer von Hermite [1]) eingeführten Bezeichnung,

$$\sum_{x=1}^{x=m} x\,E\left(\frac{m}{x}\right) = \sum_{x=1}^{x=m} E_2\left(\frac{m}{x}\right).$$

3. Es sei $f(x)$ eine stetige Function, welche für jeden ganzzahligen positiven Werth von x einer positiven ganzen Zahl gleich wird. Zur Ermittelung der Anzahl von Gitterpunkten einer Figur, welche durch die beiden Cylinder $xy = m$ und $z = f(x)$, und durch die positiven Coördinatenebenen begrenzt wird, beachte man, dass die Ebene $x = g$ deren $f(g)\,E\left(\frac{m}{g}\right)$ enthält. (Die auf den Cylinderflächen belegenen Punkte werden wieder mitgezählt) Die Gesammtzahl kann somit durch $\Sigma f(x)\,E\left(\frac{m}{x}\right)$ dargestellt werden.

Weil die Gerade $x = g$, $y = h$ offenbar $f(g)$ Gitterpunkte trägt,

---

[1]) Acta mathematica, t. 5, p. 313.

erhält man für die Anzahl solcher Punkte, welche auf der Cylinderfläche $xy = k$ liegen, den Ausdruck $\Sigma f(d)$, wo d die Reihe der Theiler von k zu durchlaufen hat.

Bezeichnet man diese Summe mit $F(k)$, setzt also

$$F(k) = f(1) + f(d_1) + f(d_2) + \ldots\ldots + f(k),$$

so gelangt man schliesslich zur Relation:

$$\sum_{x=1}^{x=m} f(x)\, E\left(\frac{m}{x}\right) = \sum_{x=1}^{x=m} F(x)\,.$$

Diese Formel gilt auch noch, wenn $f(x)$ eine zahlentheoretische Function ist, also nur für ganzzahlige Werthe von x existirt. Um auch hier eine abgeschlossene Figur zu erhalten, braucht man nämlich nur je zwei aufeinanderfolgende Punkte $f(x)$ und $f(x+1)$ durch eine Strecke zu verbinden; die dadurch entstandene gebrochene Linie vertritt alsdann die Curve $z = f(x)$.

Nimmt man z. B. für $f(x)$ den *Totienten* von x, d. h. die Anzahl der Zahlen, welche kleiner als x und mit x theilerfremd sind, und beachtet, dass dann

$$F(x) = \tau(1) + \tau(d_1) + \tau(d_2) + \ldots\ldots \tau(x) = x$$

wird [1]), so ergibt sich die Beziehung

$$\sum_{x=1}^{x=m} \tau(x)\, E\left(\frac{m}{x}\right) = \frac{1}{2}\, m\,(m+1)\,.$$

4. Wird $f(x) = x^2$ gesetzt, so lässt sich die Abzählung auch dadurch erzielen, dass man zunächst den Durchschnitt der räumlichen Figur mit der Ebene $y = h$ betrachtet. Derselbe wird begrenzt von einem Parabelbogen und zwei den Ebenen $z = o$, $x = \frac{m}{h}$ angehörenden Geraden, enthält also, wenn man $E\left(\frac{m}{h}\right)$ durch n ersetzt,

---

[1]) Einen einfachen geometrischen Beweis dieses Satzes enthält eine Arbeit von Davis „Geometrical illustration of some theorems in number". (American Journal of Math. vol. 15).

$$\sum_{x=1}^{x=n} x^2 = \frac{1}{6} n (n+1)(2n+1)$$

Gitterpunkte.

Man gelangt schliesslich zur Relation

$$\sum_{x=1}^{x=m} x^2 E\left(\frac{m}{x}\right) = \frac{1}{6}\sum_{x=1}^{x=m} E\left(\frac{m}{x}\right) E\left(\frac{m}{x}+1\right)\left[2E\left(\frac{m}{x}\right)+1\right].$$

Ist ferner d ein Theiler von g, so enthält die Gerade $x = d$, $y = \frac{g}{d}$ offenbar d^2 Gitterpunkte; daher stimmt die Anzahl der auf dem Cylinder $xy = g$ liegenden Gitterpunkte überein mit der Summe der Quadrate sämmtlicher Theiler von g, welche mit $\Psi_2(g)$ bezeichnet werde.

Demnach ist

$$\sum_{g=1}^{g=m} \Psi_2(g) = \sum_{x=1}^{x=m} x^2 E\left(\frac{m}{x}\right).$$

Analoge Betrachtungen liefern für die Summe der n^{ten} Potenzen der Theiler einer Zahl die Relation

$$\sum_{g=1}^{g=m} \Psi_n(g) = \sum_{x=1}^{x=m} x^n E\left(\frac{m}{x}\right).$$

5. Es sei B ein Punkt der Parabel $y^2 = x$, mit der ganzzahligen Abscisse $OA = n$; C bezeichne die Projection von B auf OY.

Die Parabel theilt das Rechteck $OABC$ in zwei Figuren OAB und OCB. Die zweite Figur enthält offenbar

$$\sum_{y=1}^{y=\nu} y^2 = \frac{1}{6}\nu(\nu+1)(2\nu+1)$$

Gitterpunkte, wo $\nu = E(\sqrt{n})$.

Anderseits finden sich in OAB

$$\sum_{x=1}^{x=n} E(\sqrt{x})$$

Gitterpunkte; darunter sind aber, den Werthen $x = 1, 4, 9 \ldots . \nu^2$ entsprechend, ν Punkte, die der Parabel angehören, daher schon bei der ersten Summirung mitgezählt wurden. Da ferner $OABC$ im Ganzen $n\,\nu$ Gitterpunkte enthält, ergibt sich die Gleichung

$$\sum_{1}^{n} E(\sqrt{x}) = n\,E(\sqrt{n}) - \frac{1}{6}\,E(\sqrt{n})\,\{E(\sqrt{n}) - 1\}\{2\,E(\sqrt{n}) + 5\}.$$

6. Als Beispiel einer lückenhaften Abzählung gelte die Bestimmung der Summe der quadratischen Theiler der Zahlen 1 bis m.

Die betreffenden Gitterpunkte befinden sich innerhalb der Figur, welche durch die Curve $xy = m$ und die positiven Axen begrenzt wird (oder zum Theil auf dieser Curve).

Anderseits sind auf der Geraden $x = k$ nur diejenigen Punkte zu betrachten, für welche y ein Quadrat ist, deren Anzahl sich somit auf $E\left(\sqrt{\frac{m}{k}}\right)$ beläuft.

Schliesslich erhält man die Gleichung

$$\sum_{g=1}^{g=m} Q(g) = \sum_{x=1}^{x=m} E\left(\sqrt{\frac{m}{x}}\right).$$

Die oben angeführten Beispiele dürften genügen um die sprachlichen Abzählungmethoden zu beleuchten.

Plantenkunde. — De Secretaris biedt namens den Heer C. A. J. A. Oudemans, een opstel aan getiteld: „*Notice sur quelques champignons nouveaux*".

1. Oospora Abietum n. sp. — Sur les deux faces des aiguilles de plusieurs espèces d'*Abies (excelsa*, *Pinsapo*, *Nordmanniana*, *Douglasii)* se présentent, à droite et à gauche de la nervure médiane, une série de petites proéminences d'un vert terne et grisâtre, distribuées avec tant de régularité, qu'on aurait peine à ne pas y reconnaître un arrangement, peu ou point différent de la distribution des stomates. Et, en vérité, lorsque des coupes verti-

cales à travers les aiguilles, prises aux lieux indiqués, sont soumises à l'examen microscopique, rien n'est plus facile que de se convaincre, que des hyphes, cachées dans, et comblant les méats intercellulaires, se courbent en dehors, justement aux places occupées par les stomates, sans autre but que celui de trouver les circonstances favorables à la production de conidies qui leur font défaut à l'intérieur.

Aussitôt que les hyphes ascendantes ont franchi la filière des stomates, elles commencent à bourgeonner, c'est à dire, à former une conidie, laquelle pourtant se détache de son stérigmate aussitôt qu'elle ait mûri, en sorte qu'on n'en trouve rarement, et tout au plus deux, réunies en chapelet. Reste à décider, si ce premier effort en faveur de la production de cellules régénératrices ne sera suivi d'autres; nous ne saurions en douter, mais devons nous arrêter devant cette supposition.



Fig. 1, Conidium d'Oospora Abietum. ($\frac{1000}{1}$)

Les conidies sont elliptiques, arrondies aux deux bouts, incolores, remplies d'un protoplasma finement granuleux, et mesurent 10 — 12 × 6 — 7 μ. Elles ne montrent pas même une ébauche de rétrécissement au milieu. (Fig. 1).

Lorsqu'on examine la poudre, obtenue par la rasure de l'une des surfaces maladives, on rencontre une grande quantité de conidies de notre *Oospora* éparpillées à l'entour ou accumulées çà et là dans les mailles d'un filet de hyphes brunâtres, appartenant à plusieurs genres de Dématiées *(Cladosporium, Macrosporium, Fumago).* Il va sans dire qu'une telle combinaison de formes et de conidies hétérogènes pourrait donner lieu à des interprétations moins heureuses. Aussi faut-il recourir à l'examen microscopique de tranches verticales pour se tirer d'embarras. Et, comme nous venons de voir, celles-ci ne peuvent que nous donner la conviction, que les conidies incolores appartiennent à des plantes, tout-à-fait indépendantes des Dématiées, lesquelles, dans le cas qui nous occupe, certes ne peuvent être considérées que comme des saprophytes, précipitées de l'air ambiant sur la surface de feuilles languissantes, tombées malade par l'attaque du parasite qui nous a fourni la matière pour cet article.

Pour mettre un frein aux ravages, qui pourraient être causés par l'invasion de l'*Oospora Abietum*, il faudrait ramasser tant les aiguilles tombées que celles qui se trouvent en place, et les brûler. Nous ignorons si le mal décrit se borne aux parties vertes, et si les rameaux en sont épargnés. Dans le cas négatif, on devine que le tronc et tout ce qui lui appartient devrait subir le même sort.

Diagnose latine:

„*Oospora Abietum* n. sp. — Caespitulis rotundatis, subpulvinatis juxta nervum medianum acuum seriatim dispostitis, stomatorum situm accurate indicantibus. Thallo filamentoso in meatibus intercellularibus celato; hyphis fertilibus, ex stomatum fissura assurgentibus, brevibus, simplicibus. Conidiis ellipticis, 10 — 12 μ longis, 6—7 μ latis, utrimque rotundatis, hyalinis, continuis, caducis.

Les exemplaires d'Abiétinées, attaqués par l'*Oospora Abietum* nous furent communiqués par Mr. le Prof. Ritzema Bos, Directeur du Laboratoire phytopathologique à Amsterdam, et avaient été recueillis à Laren et au parc du Loo à Apeldoorn en Octobre 1896. Un exemplaire de l'Abies Douglasii, appartenant à ce parc, avait succombé.

2. Chaetostroma Cliviae n. sp Les feuilles maladives du *Clivia nobilis*, plante ornamentale des plus recherchées, commencent par présenter des plaques jaunâtres de plusieurs formes et de grandes dimensions, premièrement le long des bords, puis au milieu des deux faces. Ces taches tranchent nettement sur le vert-foncé des parties intactes, et forment des boursouflements à leur circonférence en se desséchant, justement comme si elles eussent été exposées à une température trop élevée. Quelque temps après on voit apparaître çà et là, et sans aucun ordre, de petites proéminences amphigènes, orbiculaires, elliptiques ou difformes, ne mesurant que $^1/_5$ à $^1/_2$ mill. de travers ou de long, sur $^1/_4$ à $^1/_3$ mill. de large, d'abord incolores, puis fuligineuses, enfin noir-luisant, finissant par former soit une ouverture centrale, soit une fente longitudinale. Cette partie coloriée qui, en guise de couvercle, nous cache le champignon proprement dit, appartient à l'épiderme, et se compose de cellules à membranes fuligineuses. Elle ne semble pas se détacher de soi-même, ce qui permet à établir que les solutions de continuité qu'on y observe à l'état mûr, présentent la voie naturelle pour la dispersion des conidies. Et, en effet, lorsqu'on y regarde de plus près à l'aide d'une loupe, il n'est pas rare de trouver l'espace sous-jacente remplie d'un tampon poudreux blanchâtre, dont les parties constituantes n'attendent qu'un courant d'air ou un arrosement pour échapper en dehors, puis à être entrainées là, où elles trouveront les conditions favorables pour germer et à renouveler les dégâts qui ont précédé à leur propre évolution.

L'examen microscopique du champignon proprement dit nous instruit qu'il n'y existe point de périthèce, mais que le sporodochium c'est à dire le disque qui sert de maintien aux organes multiplicateurs, est entouré d'un cercle de soies raides, pointues, longues,

environ de 210 μ, larges de 5 μ, cloisonnées, p. ou m. noueuses et flexueuses, pourvues d'une membrane épaisse et résistante, et qui, en outre, ont ceci de particulier, qu'elles sont noires et imperméables à la lumière au milieu, tandisque leur base et leur sommet joignent à un manque de couleur quelconque une transparence parfaite. Au dedans de ce cercle qui, en quelque sorte, remplace la paroi périthèciale, on distingue un amas serré de hyphes érigées, cloisonnées, qui en bas se perdent dans le réseau des hyphes mycéliennes qui forment le thallus, tandisque en haut elles se terminent par une cellule en massue allongée, libre de toute part, et servant de support à la seule conidie qu'elle produit. (Fig. 2). Ces conidies atteignent une longueur de 23 à 28, et une largeur de 5 à 7 μ, et sont absolument cilindriques, arrondies aux bouts, remplies d'un protoplasma finement granuleux, continues, et exemptes de toute couleur.



Fig. 2. Sterigma et Conidium de Chaetostroma Cliviae ($\frac{500}{1}$)

Diagnose latine:

„*Chaetostroma Cliviae.* — Sporodochiis innatis, in maculis foliorum flavis, valde extensis, polymorphis, primitus justa margines, denique in ipsis faciebus foliorum conspicuis, prominentibus, absque ordine distributis, parvis ($^1/_5$—$^1/_2$ × $^1/_4$—$^1/_3$ μ), nigris, lucidis, orbicularibus, ellipticis vel difformibus, tandem poro centrali vel fissura longitudinali hiantibus. Scutello nigro epidermoïdali, operculi locum tenente, vulgo persistente, remoto, circulus conspicuus fit setularum rigidarum, imo basi et apice coloris expertium, parte media vero nigricantium et luci imperviarum, septatarum, tunica crassa praeditarum, partim nodulosarum, partim flexuosarum, longitudine 210 μ circa, latitudine 5 μ aequantium. Circumdant complexum hypharum articulatarum, inferne pallidarum, arctissime juxta longitudinem cohaerentium, superne vero libere prominentium, articulo ultimo anguste clavato, basidii ad instar conidium cilindricum, bacillare, hyalinum, utrimque rotundatum, protoplasmate subtilissime granuloso repletum et vacuolis foetum, longitudine 23—28 μ, crassitudine 5—7 μ aequans, producente."

Les feuilles examinées m'avaient été suppéditées par Mr. le Prof. Ritzema Bos, et furent cueillies d'exemplaires cultivés à Hees, près de Nymègue. Je les reçus en Octobre et Novembre 1896.

3. Plenodomus Erythrinae n. sp. — Je découvris ce champignon sur un fragment de tronc de *l'Erythrina javanica* (Dadap des Malais; arbre très utile, puisque tant dans les Indes orientales que dans les Indes occidentales on s'en

16

sert pour abriter les jeunes plants des *Coffea* contre l'ardeur des rayons solaires) qui me fut offert par Mr. le Prof. RITZEMA BOS en Oct. 1896, et avait fait part des collections du Musée colonial à Harlem. Des renseignements particuliers m'avaient appris que les indigènes de Java le désignent sous le nom de „cancer."

Les résultats de mon examen des échantillons mis à ma disposition, se trouvent consignés dans les lignes suivantes.

Le fragment de tronc, long de 10 et large de 3 cent., est couvert d'un périderme couleur terre d'ombre (Saccardo, Chromotaxia n°. 9), ridé longitudinalement, et présentant sur 3/4 de la circonférence des tubercules noirs de diverses dimensions, mais dont le plus volumineux n'excédait pas un diamètre de 3 mill. Les tubercules solitaires y sont rares, tandisque, au contraire, des trainées serrées de ces proéminences, rangés dans le sens longitudinal, et faisant leur apparition à travers de fentes péridermales d'une longueur de 1 à 3, ou plus encore de centimètres, y apparaissent en grande quantité. Au premier coup d'oeil on pourrait croire avoir affaire au *Cucurbitaria elongata*, mais une inspection moins superficielle ne fait apercevoir ni des périthèces isolés, réunis en groupes denses, ni des papilles perforées au centre d'une dépression circulaire, mais plutôt des séries continues de petits corps confluents, sémiorbiculaires, aplatis, munis d'une surface tuberculeuse qui, avec beaucoup de droit, pourraient être comparés à des sclérotes allongés.



Fig. 3.
Conidium et Sterigma de Plenodomus Erythrinae
($\frac{500}{1}$)

L'examen microscopique néanmoins nous l'apprend tout autrement; c'est à dire que notre champignon appartient au genre *Plenodomus* entre les Sphéropsidées, qui se distingue par une structure semblable à celle des Dothidea, sauf que les cavernes, ménagées dans le strome, ne contiennent non pas des asques, mais des conidies, portées par des stérigmates, originaires des cellules les plus proches de la cavité. (Fig. 3).

La structure des pustules est de nature pseudoparenchymateuse. Elle nous montre des cellules polyédriques à membranes minces noirâtres, mesurant 9 à 12 μ de travers. Les cellules les plus superficielles s'allongent en hyphes concolores de plus ou moins de longueur, articulées et rameuses, ce qui prouve qu'un réseau de filaments, non dissemblables à ceux qui sont propres aux Dématiées, précèdent à l'évolution des tubercules, et, en vérité, un autre morceau de tige *d'Erythrina*, frappé d'une mort prématurée, trouvé parmi les objets qui me furent confiés; morceau pourtant, dont la surface était exempte de toute proéminence noirâtre, me fit découvrir

entre le périderme et l'écorce secondaire, une couche de filaments, tout-à-fait semblables à ceux que nous venons de décrire, au milieu desquels se trouvaient çà et là des globules jaunâtres, sans doute ébauches des proéminences noires qui, plus tard, auraient atteint la surface à travers les fentes péridermales.

Les cellules pseudoparenchymateuses du strome ne contiennent que de l'air. A mesure qu'elles s'approchent des cavernes, leur forme devient plus allongée dans le sens tangential, tandisque leur grandeur diminue, et enfin se trouve réduite à la moitié de leur capacité primitive, pour autant que cela regarde les éléments limitrophes.

Les cavernes ont une forme elliptique et mesurent 140 × 70 μ. Elles sont remplies de conidies, tenues en place par des stérigmates, prenant issue des cellules les plus proches de la caverne. Stérigmates et conidies sont absolument incolores. Ceux là atteignent une longueur de 5 à 8 μ, tandisque les dimensions des conidies, petits corps elliptiques, continues, arrondies aux bouts et non rétrécies au milieu, balancent entre 19 × 10 μ et 23 × 12 μ. Elles contiennent un protoplasma finement granuleux.

Tout ce que nous venons de communiquer implique la nécessité, si l'on veut mettre un terme aux dégats, causés par le *Plenodomus Erythrinae*, de brûler chaque tronc malade, inclusifs les branches et les rameaux attaqués, et tout ce qui aurait pu être infecté par les parties souffrantes.

Le Sylloge de Mr. SACCARDO ne mentionne que 3 espèces de *Plenodomus*: le *P. Rabenhorstii* Preuss (vol. III, p. 185), le *P. microsporus* Berlese et le *P Mollerianus* Bresadola (tous les deux vol. X, p. 213). Notre *P. Gallarum*, quoique décrit dès 1881 dans les „Verslagen en Mededeelingen der Kon. Akad. van Wetenschappen" (2e Série, XVIII, 37), et dans notre IXe et Xe Contribution à la Flore Mycologique des Pays-Bas (Nederl. Kruidk. Archief, 2e Série, IV, 229) n'y fut pas admis. Il représente la quatrième espèce du genre, tandis qu'enfin le *P. Erythrinae* fasse monter le nombre de quatre à cinq.

Comme notre *P Gallarum* ne figure pas dans le Sylloge, nous le croyons utile de reproduire ici la description que nous en avons donnée dans nos communications antérieures.

„*Plenodomus Gallarum* Oud. (Tubercularia Gallarum Leveillé, dans Ann. d. Sc. nat. 3e S., V, 273; Dothiora Gallarum Oud. Versl. en Med. Kon. Ak. v. Wet. 2, XVIII, 371). — In superficie gallarum maturarum a pagina inferiore foliorum Quercus Roboris in terram delapsarum. Legit mihique obtulit Dr M. W. BEYERINCK. Wage-

ningen. (Quoad genus conferatur PREUSS in STURM Deutschland's Pilze, VI, p. 143, tab. 72). — „Pustulae plurimae nigrae variae dimensionis e superficie gallarum inter epidermidis ruptae lacinias dentiformes emergunt. Majores semiglobosae, 1 mill. latae, cum aliis, partim minoribus — imo punctiformibus — partim maximis, e duabus vel pluribus globulis conflatis, ideoque forma parum irregulari insignibus, mixtae vivunt. Superficies omnium obscure nitens, majorum insuper verruculis prominentibus (non autem peritheciorum ostiolis) inaequalis. Natura pustularum ceracea. Cultro nempe facillime cedunt et in laminas tenuissimas, infra epidermidem nigram coloris expertes, scindi sinunt. Plurimis itaque notis cum sclerotiorum carne comparandae. — Centrum pustularum, columellae ad instar, occupat axis pseudoparenchymatosa, septa plurima vulgo periphaeriam versus emittens, ita ut spatium columellam inter et superficiem pustularum in plurima loculamenta dividatur. Obtinet vero aliquando quod septa deficiunt (resorbeantur?), quo in casu spatiorum minorum locum tenet caverna unica major orbicularis. Cavernarum ambitus totus sterigmatibus subtilissimis obtecta, singulis conidio achromo, hyalino, continuo onustis. Conidia oblonga, 20 × 7—8 μ, utrimque obtusa, basi excentrice cicatrisata".

L'extrême obligeance de Mr. le Prof. M. CORNU à Paris, me mit à même de constater l'identité de notre *Pl. Gallarum* avec le *Tubercularia Gallarum* Lév. — Après m'avoir communiqué que l herbier de LÉVEILLÉ, légaté au pharmacien SICARD à Noisy-le-Sec, avait été détruit par le feu pendant la guerre de 1870, et après s'être souvenu que l'herbier de ROUSSEL, autre compagnon d'étude de l'éminent mycologue français, avait été acquis par le Musée d'Histoire Naturelle à Paris, il prit la peine de fouiller dans ce dernier, avec la conséquence qu'il trouva l'objet désiré, et en réclama une parcelle pour la mettre à ma disposition. Dès lors le fait fut bientôt établi que le *Tubercularia Gallarum* avait été nommé abusivement et ne différait en rien des tubercules propres aux noix de galle, cueillis aux Pays-Bas.

Ajoutons que Mr. M. C. COOKE à Londres eut l'obligeance de nous informer que le *Sphaeria Gallae* Schweinitz (Fungi Americae Borealis n°. 1446) avait dû être transporté au genre *Diplodia*, et que le *Sphaeropsis Gallae* Berkeley et Curtis s'était fait connaître comme le même *Diplodia*, non encore parvenu au stade de maturité complète.

Le fragment de tronc de l'*Erythrina javanica* dans lequel nous trouvâmes les filaments noirâtres sous-peridermales, sans pourtant que des tubercules noirs se fussent frayés un chemin en dehors,

attiraient notre attention par de grosses verrues, dispersées irrégulièrement à sa surface. Il ne nous réussit pas de trouver la cause de ces hypertrophies ; seulement au sommet de quelques unes d'entre elles, s'étaient accumulés de petits groupes du *Nectria vulgaris* Spegazzini. Cette découverte nous surgit la demande, si ces petits champignons auraient pu provoquer de tels effets? Sans oser répondre soit affirmativement, soit négativement à cette demande, il faut néanmoins se ressouvenir qu'il existe plusieurs *Nectria* qu'on a appris à craindre au plus haut degré à cause des dégats qu'ils produisent à plusieurs arbres forestiers et de culture. Peut-être notre *Erythrina* fut-il attaqué par deux champignons à la fois, contribuant de concert à sa perte. Il faudrait pouvoir examiner de tels cas sur place, pour avoir l'espérance de trouver le mot de l'énigme.

4. Euryachora liberica n. sp. — Un exemplaire du *Coffea liberica*, succombé à Java à un âge peu avancé, et donc le tronc avait à peine atteint un diamètre de 6 mill., me fut confié par Mr. le Prof. RITZEMA BOS, afin d'examiner si, peut-être, la perte de cet individu devrait être attribuée à l'invasion d'un champignon. La question n'était pas sans intérêt, vu que la mal avait commencé à se répandre d'une manière alarmante, et de causer des pertes considérables aux planteurs dans nos colonies orientales.

L'exemplaire en question se composait d'une racine, et d'une douzaine d'internodes, dont seulement les quatre inférieurs avaient atteint une longueur normale, tandisque les autres, beaucoup plus courts qu'il y aurait lieu d'attendre, avaient changé leur couleur normale contre un noir terne De feuilles point de traces.

Les indigènes javanais, ayant observé que le mal s'étend tout autour des internodes, le nomment „Kadas", c'est à dire „de nature dartreuse". Ils assurent que l'affection commence au collet de la racine.

Ce qu'on peut constater tout de suite, c'est qu'il existe un strome noirci, appliqué au cilindre ligneux, et que c'est lui qui cause la solution des couches corticales les plus anciennes des internodes inférieurs. Ces couches, fendillées de long et de large, sont divisées en portions inégales angulaires qui se laissent aisément détacher. Les internodes non encore développés se trouvent dans une condition différente. Ils n'ont pas encore souffert d'une solution de continuité, mais sont tournés en noir et p. ou m. amaigris. Il va sans dire que là aussi la couleur noire accuse la présence d'un strome, visible à l'extérieur par cause de la transparence des tissus jeunes.

Ce strome, muni dans les deux cas d'une surface p. ou m. inégale, est redevable de cet état à de très petites granulations, pour autant

qu'il concerne les internodes jeunes supérieurs; mais à des proéminences un peu plus grossières, pour autant qu'il se relate aux internodes plus âgés inférieurs. Ils annoncent en tout cas la présence de cavernes dans des états divers d'évolution.

Ces cavernes sont de deux sortes. Il y en a qui ne contiennent que des sporules (stade spermogonique), mais d'autres aussi qui sont remplies d'asques. Les premières s'éloignent quelquefois du type, en devenant indépendantes d'autres qui continuent à appartenir à un strome commun. Dans ce cas, les cavernes soit disant indépendantes semblent avoir une paroi particulière. Cependant, quand on y regarde de plus près, on découvre qu'elle n'a pas la forme ordinaire nettement arrondie, mais plutôt une forme irrégulière, justement comme si on l'aurait arrachée à une collection plus complète. Observées comme telles, et non comme représentant un stade préliminaire d'un autre plus parfait, ces cavernes, réunies par un strome foncé, devraient être attribuées au genre *Placosphaeria*, tandisque comme nom spécifique, selon la proposition de Mr. SACCARDO (Syll. III, 245), en concordance avec celui du stade final, l'*Euryachora liberica*, devrait être choisi celui de *Placosphaeria liberica*.

Les sporules de ce *Placosphaeria* sont fusiformes, incolores, continues, remplies d'un protoplasma finement granuleux, et mesurent 16 × 5 — 6 μ. Les cavernes ascifères ne diffèrent pas extérieurement des cavernes sporulifères, ayant la même capacité, le même port et la même couleur ; on les reconnait pourtant à leur contenu, c. à. d. aux asques. Ceux-ci, ayant la forme d'une massue courte élargie, sont sessiles, pourvus d'une membrane épaissie considérablement en avant, et munie au sommet d'un pore fermé à l'extérieur. Ils ont 80 à 90 μ de longueur sur 15 à 17 μ de largeur, ne sont pas accompagnés de paraphyses, et contiennent 8 spores distiques. Celles-ci, fusiformes, continues, incolores, presque pointues à leurs extrémités, justement comme les sporules, mesurent en moyenne 14 × 6 μ.


Fig. 4a.
Asque d'Euryachora liberica
($\frac{500}{1}$)


Fig. 4b
Spores d'Eur. lib.
($\frac{500}{1}$)

Il semble superflu d'assurer qu'ici, comme dans tous les autres cas, il n'existe qu'un seul remède préservatif contre l'extension du fléau: celui de brûler chaque plante morte ou languissante, inclues les plus petites pièces des sujets succombés.

L'observation des indigènes que le mal commence à se manifester

au collet de la racine, donne droit à la supposition que les spores de notre *Euryachora*, mêlées à la terre labourable, attaqueront les jeunes individus durant ou bientôt après la germination ; et qu'il est de la plus haute importance de prendre soin que pas même la plus petite parcelle des plantes succombées demeure en arrière. Cette parcelle représente le support de milliers de sporules et de spores qui, dans des conditions favorables, ne tarderont pas à germer, c. à d. d'émettre des tubes fermés, ayant la faculté de pénétrer à travers l'épiderme des plantes, et dès lors commencent à former le réseau de hyphes ou de fils, desquels s'érigeront tôt ou tard les organes multiplicateurs.

Diagnose latine:

Euryachora liberica. „Stromate tenuissimo, valde extenso, internodia ambiente, corpori lignoso applicato, diu celato, tandem, strato corticali frustulatim delapso. exposito, extus et intus nigro, loculos plurimos inordinate destributos, nunc sporulis, tunc vero ascis repletos, fovente. — Locellis tum sporuliferis (Placosphaeriae speciebus adscribendis) quam asciferis, punctula alba in fundo nigro sistentibus, ubi lamina tenuissima ex superficie stromatis apto cultro tollitur. — Sporulis fusiformibus, hyalinis, continuis, utrimque acutiusculis, protoplasmato exilissime granuloso repletis, 16 × 5 μ. Ascis breve et late clavatis, sursum membrana crassiuscula praeditis, summoque apice poro extus clauso munitis, 80 — 90 × 15 — 17 μ. Paraphysibus nullis. — Sporis distichis, continuis, hyalinis, utrimque acutiusculis, protoplasmate exilissime granuloso repletis, 14 × 6 μ.

Natuurkunde. — De Secretaris biedt, namens den Heer Kamerlingh Onnes, eene mededeeling aan van den Heer Dr. L. H. Siertsema: „*Over temperatuurscoëfficienten van Naudet'sche aneroïden*", naar aanleiding van onderzoekingen in het Natuurkundig Laboratorium te Leiden.

§ 1. Bij gelegenheid van een aantal bepalingen van temperatuurscoëfficienten en standcorrecties van aneroïden, die ik verrichtte ten behoeve van hoogtebepalingen door Prof. Martin in de Molukken, en door Prof Molengraaff en anderen op Borneo, werd door mij ook de uitgebreide literatuur over dit onderwerp nagegaan. Men vindt daarin weinig meer dan aanduidingen over de oorzaken, waaraan de meestal vrij groote temperatuurscoëfficienten zijn te wijten. Er worden daarvoor drie oorzaken opgegeven:

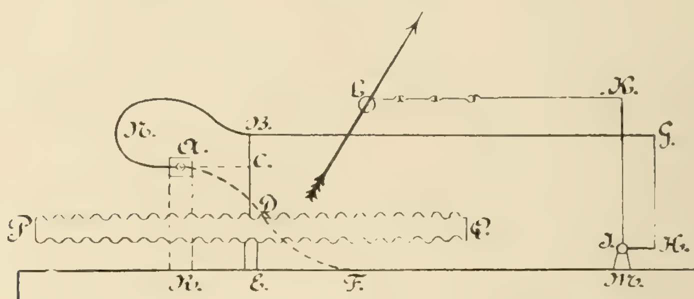
1°. Door temperatuursverhooging zullen de verschillende deelen van het instrument zich uitzetten. Onder anderen wordt het opper-

vlak van de uchtledige doos grooter, waardoor de luchtdruk eene grootere kracht kan uitoefenen.

2°. De elasticiteitscoëfficienten van de metalen, waaruit de doos en de veer bestaan, verminderen bij verhooging van de temperatuur. Hierdoor zal de doorbuiging toenemen, en een hoogere barometerstand worden afgelezen.

3°. De lucht, welke nog in de doos is overgebleven, zal zich bij verwarming uitzetten, en den uitwendigen luchtdruk meer tegenwerken, waardoor de barometerstand schijnbaar vermindert.

Eene nadere beschouwing van de gevolgen van 1°. zal ons leeren, dat deze oorzaak slechts eene geringe bijdrage voor den temperatuurscoëfficient oplevert. Hiervoor is het noodig de inrichting van het instrument meer in bijzonderheden na te gaan, waarbij we gebruik zullen maken van nevenstaande schematische afbeelding van de aneroïde. Hierin stelt *PQ* de luchtledige doos voor, *NB* de veer,



BGHIK het hefboomenstelsel voor de overbrenging van de doorbuiging der veer op den wijzer, *KL* de ketting en *L* de spil van den wijzer. We zullen nu nagaan, welken invloed de uitzetting van de verschillende deelen van het instrument zal hebben op de aflezing, en dus voorloopig de veranderingen ad 2° en 3° buiten rekening laten.

Beginnen we met de doos. Het oppervlak hiervan zal voor eene temperatuursverhooging t toenemen in de verhouding $1 + 2\,at$, als a de uitzettingscoëfficient van de doos (nieuw zilver) is. De totale drukking van de lucht op de doos neemt dus in dezelfde verhouding toe. De kracht welke in B aangrijpt ten gevolge van de luchtdruk, zal dus ook toenemen in de verhouding $1 + 2\,at$. Met deze kracht moeten de elastische krachten van de veer en van de doos evenwicht maken. Laten we eenvoudigheidshalve die van de doos buiten rekening, welke toch waarschijnlijk klein is in verhouding tot die van de veer, dan zou, als de veer overigens geheel onveranderd bleef, de doorbuiging s toenemen in de verhouding

$1 + 2\,at$. De veer zet zich echter uit, en om nu de nieuwe doorbuiging te vinden, zouden we het juiste verband tusschen de doorbuiging, de elastische kracht en de afmetingen van de veer moeten kennen. Uit analogie met andere doorbuigingsverschijnselen kunnen we aannemen, dat in geval alle afmetingen in een zelfde verhouding toenemen, de doorbuiging in dezelfde verhouding zal afnemen. Indien nu b de uitzettingscoëfficient van de veer (staal) is, zal de totale doorbuiging na de temperatuursverhooging bedragen

$$s\,\frac{1 + 2\,at}{1 + bt} = s\,\{\,1 + (2\,a - b)\,\}\,t$$

en de toename der doorbuiging zal dus bedragen

$$s\,(2\,a - b)\,t.$$

Met dit bedrag wordt dus vermeerderd de uitwijking van het punt B uit den stand, welke dit punt zou hebben, indien er geene kracht op werkte. Deze laatstgenoemde stand (nulstand) zal echter door de uitzetting eene verandering ondergaan, welke we op de volgende wijze kunnen vinden. Door de uitzetting van het geelkoperen stuk AR zal de verplaatsing van A naar boven bedragen $AR\,ct = CE\,ct$, waarin c de uitzettingscoëff. van geel koper. Het punt B zal om dezelfde reden naar boven gaan $CE\,ct + BC\,bt$, en we vinden zoo voor de totale verplaatsing van B naar boven

$$-\,s\,(2\,a - b)\,t + CE\,ct + BC\,bt.$$

Indien we N als het draaipunt van den hefboom NBG beschouwen, welk punt zich ook over een bedrag $CE\,ct + BC\,bt$ naar boven verplaatst, vinden voor de beweging van G naar boven

$$-\,\frac{NG}{NB}\,s\,(2\,a - b)\,t + (CE\,c + BC\,b)\,t$$

Er is echter nog eene andere oorzaak waardoor G zich zal verplaatsen. Aan de veer, welke om A kan draaien, is een gebogen stalen arm bevestigd, welke in F met een schroef aan de grondplaat is verbonden. Daar nu AF van staal, AR van geelkoper is, welke stoffen zich niet gelijk uitzetten, zal de veer om A gaan draaien. Voor de verplaatsing naar beneden, welke G hierdoor nog ondergaat, vinden we gemakkelijk $CE\,(c - b)\,t\,\frac{AG}{RF}$, wat bij de vo-

rige gevoegd voor de verplaatsing naar boven geeft

$$-\frac{NG}{NB}s\,(2\,a-b)\,t - CE\,(c-b)\,\frac{AG}{RF}\,t + (CEc + BC\,b)\,t$$

De uitzetting van BG heeft op de aflezing geen invloed, daar in G en H de staven draaibaar met elkaar zijn verbonden. We laten hier natuurlijk buiten beschouwing het geval dat de hefboom BG zich bij uitzetting kromt, doordat zij uit twee metalen bestaat, welke zich verschillend uitzetten, welke constructie wel wordt gebruikt voor het compenseeren van den temperatuurscoëfficient. GH is van staal, zoodat we voor de verplaatsing van H naar boven vinden:

$$-\frac{NG}{NB}\,s\,(2\,a-b)\,t - CE\,(c-b)\,\frac{AG}{RF}\,t + (CE\,c + BC\,b)\,t - GH\,bt$$

De as I, door geelkoperen leggers aan de grondplaat bevestigd, zal zijn gerezen $MI\,ct$, dus de draaiing om I bedraagt

$$\frac{1}{HI}\left[-\frac{NG}{NB}s\,(2\,a-b) - CE\,(c-b)\,\frac{AG}{RF} + \right.$$
$$\left. + CE\,c + BC\,b - GH\,b - MI\,c\right]t$$

en de verplaatsing van K naar links wordt

$$\frac{KI}{HI}\left[-\frac{NG}{NB}s\,(2\,a-b) - CE\,(c-b)\,\frac{AG}{RF} + \right.$$
$$\left. + (CE - MI)\,c + (BC - GH)\,b\right]t$$

Door de uitzetting van de stalen ketting, en van den geelkoperen arm, waardoor de tappen der spil L met I zijn verbonden, zal deze verplaatsing nog eene laatste wijziging ondergaan, en voor een punt van de ketting L overgaan in

$$\frac{KI}{HI}\left[-\frac{NG}{NB}s\,(2\,a-b) - CE\,(c-b)\,\frac{AG}{RF} + \right.$$
$$\left. + (CE - MI)\,c + (BC - GH)\,b\right]t - KL\,(c-b)\,t$$

Om hieruit de verandering van de aflezing te vinden, zullen we

nagaan, wat de gevolgen zijn van eene verandering δA van den barometerstand A. De doorbuiging s zal daardoor toenemen met $\frac{s}{A}\,\delta A$, wat dus de verplaatsing van B zal zijn. Voor die van KL volgt hieruit $\frac{s}{A}\cdot\frac{NG}{NB}\cdot\frac{KI}{HI}\,\delta A$. Hieruit volgt, dat eene temperatuursverhooging t overeenkomt met eene schijnbare barometerstandsvermindering

$$\frac{\frac{KI}{HI}\left[-\frac{NG}{NB}s(2a-b)-CE(c-b)\frac{AG}{FR}+(CE-MI)c+(BC-GH)b\right]-KL(c-b)}{\frac{s}{A}\cdot\frac{NG}{NB}\cdot\frac{KI}{HI}}\,t$$

of

$$\left[-A\,(2\,a-b)+\frac{A}{s}\frac{NB}{NG}\left\{-CE\frac{AG}{RF}(c-b)+(CE-MI)\,c+(BC-GH)\,b-KL\,.\,\frac{HI}{KI}(c-b)\right\}\right]\,t$$

De coëfficient van t stelt dus den temperatuurscoëfficient voor.

Om eene schatting te verkrijgen van de grootte van dezen coëfficient is eene ruwe meting aan eene aneroïde uitgevoerd.

Stelt men in verband met deze meting

$$a=0.000018,\quad b=0.000011,\quad c=0.000019,\quad A=760,\quad \frac{A}{s}=200\text{[1]},$$

$$CE=16,\quad \frac{AG}{RF}=\frac{60}{28}=2.14,\quad BC=6,\quad GH=19,\quad MI=6.5,$$

$$\frac{NB}{NG}=\frac{23}{83}=0.28,\quad KL=43,\quad \frac{HI}{KI}=\frac{6}{23}=0.26,$$

dan vinden we voor den temperatuurscoëfficient — 0.037.

Gewoonlijk zijn de temperatuurscoëfficienten veel grooter in absolute waarde. Hierdoor wordt dus bevestigd, dat de uitzetting

[1]) Zie REINHERTZ, Zeitschr. f. Instrumentenk. VII p. 157 (1887), waar voor de doorbuiging van de doos wordt aangegeven gemiddeld 0.005 mM. voor een barometerstandsverandering van 1 mM.

van het instrument niet een der hoofdoorzaken van den temperatuurscoëfficient is.

§ 2. De twee andere opgenoemde oorzaken van veranderingen door temperatuursverhooging zijn beter in staat den temperatuurscoëfficient te verklaren. Op beide is reeds dikwijls de aandacht gevestigd geworden, van de laatste heeft men wel gebruik gemaakt om den temperatuurscoëfficient te compenseeren.

We kunnen uit deze twee oorzaken gemakkelijk eene benaderde uitdrukking voor den temperatuurscoëfficient afleiden. Hierbij zullen we dan op grond van het voorgaande eenvoudigheidshalve van de uitzetting der verschillende deelen afzien.

Zij A de barometerstand,

p de drukking van de lucht, welke nog in de doos is overgebleven, bij 0°,

α de uitzettingscoëfficient van lucht.

De werking van de luchtdrukking op de doos bij $t°$ kunnen we voorstellen door eene in het midden aangrijpende kracht, groot

$$\{A - p(1 + \alpha t)\} c$$

waarin c afhangt van vorm en grootte van de doos.

Met deze kracht moeten de elastische krachten evenwicht maken, welke worden opgewekt door de doorbuiging f van het midden van de doos, en door eene even groote doorbuiging van de veer.

Zij E_1 de elasticiteitscoëfficient van het metaal der doos bij 0°, dan kunnen we de kracht, welke door eene doorbuiging f bij 0° wordt opgewekt, voorstellen door $f E_1 k_1$, waarin k_1 eene van vorm en grootte der doos afhankelijke grootheid is. Indien we nu veronderstellen, dat bij $t°$ E_1 is overgegaan in $E_1(1-\eta_1 t)$, dan vinden we voor onze kracht bij $t°$

$$f E_1 (1-\eta_1 t) k_1 .$$

Indien we de overeenkomstige grootheden voor de veer noemen E_2, η_2 en k_2, dan vinden we voor de kracht, welke de veer bij eene doorbuiging f oplevert

$$f E_2 (1-\eta_2 t) k_2$$

en de evenwichtsvergelijking wordt:

$$f [k_1 E_1 (1-\eta_1 t) + k_2 E_2 (1-\eta_2 t)] = c [A-p(1 + \alpha t)] .$$

Indien we nu bij eene eerste benadering de uitzetting van het metaal verwaarloozen (zie boven), kunnen we c, k_1 en k_2 als constanten beschouwen, en met E_1 en E_2 vereenigen tot eene nieuwe constante

$$k = \frac{c}{k_1 E_1 + k_2 E_2} ,$$

zoodat we vinden:

$$f \left[1 - \frac{k_1 E_1 \eta_1 + k_2 E_2 \eta_2}{k_1 E_1 + k_2 E_2} t\right] = k \left[A - p (1 + \alpha t)\right] .$$

Zij nu nog

$$\eta = \frac{k_1 E_1 \eta_1 + k_2 E_2 \eta_2}{k_1 E_1 + k_2 E_2}$$

welke grootheid tusschen η_1 en η_2 in moet liggen, dan wordt dit

$$f (1 - \eta t) = k [A - p (1 + \alpha t)] ,$$

of, met verwaarloozing van termen met t^2

$$f = k [A - p - \{p \alpha - (A - p) \eta\} t] .$$

In plaats van den barometerstand A zal dus worden afgelezen (standcorrecties buiten rekening gelaten):

$$A - p - \{p \alpha - (A - p) \eta\} t .$$

De correctie wordt dus

$$p + \{p \alpha - (A - p) \eta\} t ,$$

en de temperatuurscoëfficient

$$\lambda = p \alpha - (A - p) \eta = p (\alpha + \eta) - A \eta .$$

We vinden hier dat λ afhangt van den druk A, in overeenstemming met wat herhaaldelijk is waargenomen [1]).

§ 3. Voor eene numerieke vergelijking van de hier afgeleide

---

[1]) Zie b.v. WIEBE, Zeitschr. f. Instrumentenk. X, p. 429. (1890).

uitdrukking van λ met waarnemingen zouden we moeten kennen de waarden van η_1 en η_2, van de verhouding $\frac{E_1 k_1}{E_2 k_2}$, welke gelijk is aan die der elastische krachten, welke bij 0° in de doos en in de veer worden opgewekt, en verder de luchtdrukking p. Hiervoor zou een speciaal experimenteel onderzoek noodig zijn. Bij gebrek aan dusdanige volledige gegevens kunnen we eene ruwe vergelijking beproeven met behulp van wat over deze grootheden bekend is.

Indien $p = 0$ is, dus de doos volkomen luchtledig, bereikt λ zijne grootste negatieve waarde $-A\eta$. Voor het berekenen van η zullen we onderstellen, dat de veer eene veel grootere elastische kracht oplevert als de doos voor een zelfde verplaatsing. We kunnen in dit geval stellen $\eta = \eta_2$, en, gebruik makende van de bepalingen van MAYER [1]) voor staal, voor η een getal tusschen 0.000224 en 0.000309 kiezen. De grootst mogelijke negatieve waarde van λ zou dan zijn $-A\eta = -760 \times 0.000309 = -0.235$. Dit stemt goed overeen met uitkomsten van JELINEK [2]), welke onder 108 aneroïden slechts 3 aantreft waarbij $-\lambda$ grooter dan 0.235 is. Ook HARTL [3]) vindt bij een onderzoek van 81 instrumenten als bovenste grens -0.24.

Gewoonlijk vindt men eene veel kleinere waarde, zooals wel blijkt uit het boven vermelde onderzoek van JELINEK. Deze vindt λ [4])

bij	9	instrumenten	tusschen	+ 0.23	en	0.00
„	9	„	„	0.00	„	− 0.07
„	82	„	„	− 0.07	„	− 0.17
„	8	„	„	− 0.17	„	− 0.37.

De positieve kwamen hoofdzakelijk voor bij kleinere instrumenten (zakformaat), waarbij eene minder zorgvuldige bewerking en een grootere luchtdruk in de doos niet onmogelijk zijn.

Met λ tusschen -0.07 en -0.17 zou, indien we $A = 760$, $\eta = 0.0003$, $\alpha + \eta = 0.004$ nemen, samengaan eene drukking in de doos van 39 tot 14 mM. Voor $\eta = 0.000224$ worden deze grenzen 25 en 0 mM. Dergelijke waarden voor p zijn zeer goed mogelijk.

De afhankelijkheid van λ met den druk is o. a. door WIEBE nader

---

1) MAYER, Amer. J. of Sc. (4). I, p. 81. (1896).

2) JELINEK, Carl's Repert. XIII, p. 72. (1877).

3) HARTL, Zeitschr. f. Vermessungsw. 1882, p. 458.

4) Zie JORDAN, Handbuch der Vermessungsk. II. p. 199. 3e dr.

onderzocht. Hij drukt den temperatuurscoëfficient uit in den vorm

$$\lambda = a + b\,(760 - A)$$

en vindt voor b waarden, welke meestal (8 van de 9) tusschen 0.0002 en 0.0003 zijn begrepen. Vergelijken we dezen vorm met onze uitdrukking

$$\lambda = p\,(\alpha + \eta) - A\,\eta\,;$$

dan zien we dat $b = \eta$ moet zijn, wat door de gevonden waarden voldoende wordt bevestigd.

Door HARTL [1]) zijn bepalingen gedaan van temperatuurscoëfficienten bij verschillende drukkingen van aneroïden waarvan de doos is weggenomen, en de veer met gewichten is belast. De temperatuurscoëfficient wordt in dit laatste geval voorgesteld door $\lambda' = -A\,\eta$, en is dus evenredig met de drukking. HARTL vindt bij vier aneroïden:

an.	druk A	temp. coëff. veer $-\lambda'$	$-\frac{\lambda'}{A}$
I	735	0.262	0.00036
II	759	0.365	0.00048
	682	0.350	51
	600	0.289	48
III	793	0.428	0.00054
	748	0.400	53
	644	0.397	62
IV	759	0.335	0.00044

De evenredigheid met den druk wordt bij II goed bevestigd. Bij III alleen dan, als men het laatste getal uitsluit. Alleen het voor $-\frac{\lambda'}{A}$ gevonden bedrag, dat gelijk aan η zou moeten zijn, is veel grooter dan de waarden door MAYER voor staal gevonden.

Voor zoover uit dit vergelijkingsmateriaal is na te gaan, zijn de waargenomen temperatuurscoëfficienten dus over het geheel niet in strijd met de boven afgeleide uitdrukking Voor eene meer nauwkeurige behandeling zouden betere gegevens noodig zijn. Verdere bepalingen gelijk HARTL die heeft toegezegd, blijven dus zeer gewenscht.

---

[1]) HARTL, Zeitschr. f. Instrumentenk. VI. (1886).

Natuurkunde. — De Secretaris biedt, namens den Heer KAMERLINGH ONNES, eene mededeeling aan van den Heer Dr. P. ZEEMAN „*Over den invloed eener magnetisatie op den aard van het door eene stof uitgezonden licht*, II", zijnde een onderzoek verricht in het Natuurk. Laboratorium te Leiden.

12. Uit de voorstelling die ik mij ten slotte gevormd had, van den aard der krachten, die in het magnetische veld op de atomen werken, scheen mij te volgen dat bij een bandenspectrum en uitwendige magnetische krachten het door mij bij een lijnspectrum gevonden verschijnsel zou uitblijven.

Het is toch zeer waarschijnlijk dat het onderscheid tusschen een banden- en een lijnspectrum niet op een quantitatief, maar op een qualitatief verschil berust [1]). Bij een bandenspectrum heeft men met samengestelde moleculen te doen, bij een lijnspectrum met sterk gedissocieerde moleculen met weinig atomen. Het verder onderzoek heeft doen zien, dat de voorstelling die ik mij over de oorzaak der verbreeding bij een lijnspectrum vormde inderdaad in hoofdzaak juist was.

13. Een glazen buis aan de einden met planparallelle glasplaten gesloten, werd opgesteld tusschen de polen van den RUHMKORFF, op dezelfde wijze als de porseleinen buis van § 7. Door een onder de buis geplaatst gasvlammetje werd het jodium verdampt, zoodat de violette damp de buis vulde.

Met behulp van electrisch licht werd het absorptiespectrum bekeken. Wegens de lage temperatuur is dit het bandenspectrum. Bij de groote gebruikte dispersie ziet men in de banden een zeer groot aantal fijne donkere lijnen. Wordt de stroom om den magneet gesloten dan ziet men, in tegenstelling met wat de proeven met *Na*-damp leeren, *geen* verandering in de donkere lijnen.

Het uitblijven van 't verschijnsel in dit geval geeft steun aan de opvatting dat ook zelfs in de eerste proef met *Na*-damp (§ 7) de convectiestroomen zonder invloed zijn geweest. Want nu zijn de convectiestroomen tengevolge der magnetisatie, die ik in dit geval nog mogelijk achtte, blijkbaar onvoldoende om eene verandering van het spectrum teweeg te brengen, en ofschoon ik dit niet aan den vorm der absorptielijnen zien kon (vg. § 7) is ook het bandenspectrum van jodium evenals het lijnspectrum zeer gevoelig voor dichtheids- en temperatuursveranderingen.

14. Al stelden mijne hulpmiddelen mij ook niet in staat anders

---

[1]) KAYSER in WINKELMANN's Handbuch II. 1 p. 42.

dan eene voorloopige ruwe meting te verrichten zoo meende ik toch dat het van belang was het bedrag van de magnetische verandering van den trillingstijd bij benadering vast te stellen. De verbreeding der *D*-lijnen naar weerszijden bedroeg zoowat $^1/_{40}$ van den afstand dier lijnen, terwijl de sterkte van het magneetveld zoo ongeveer 10^4 bedroeg. Daaruit volgt dus een positieve en negatieve magnetische verandering van $^1/_{40000}$ van den trillingstijd.

15. De gedachtengang, die ik in (1) noemde en waardoor ik er toe kwam naar een invloed der magnetisatie te zoeken was aanvankelijk deze. Is de beschouwing juist dat in een magnetisch veld een rotatiebeweging van den aether om de krachtlijnen bestaat (Kelvin en Maxwell) en mag men zich de lichtstraling voorstellen als veroorzaakt door de bewegingen van atomen, t. o. v. het zwaartepunt van het molecuul, in allerlei banen, stel voor de eenvoudigheid rondvliegend in cirkels, dan zal de trillingstijd of wat hetzelfde is de omloopstijd in die cirkels door tusschen de atomen werkende krachten worden bepaald en zullen onder den invloed van de uit de magnetisatie voortvloeiende storende krachten tusschen aether en atomen, naar beide kanten afwijkingen in den trillingstijd kunnen voorkomen. Het teeken van die afwijking zal natuurlijk bepaald worden door den zin der beweging gezien van uit de krachtlijnen. De afwijking zal des te grooter zijn naarmate het vlak van een cirkel meer tot een stand loodrecht op de krachtlijnen nadert.

16. Iets later helderde ik mij de zaak op door te denken aan den invloed uitgeoefend op de periode van een trillend systeem wanneer dit gekoppeld wordt aan een ander dat in snelle rotatie verkeert. Lord Kelvin heeft, nu 40 jaar geleden, het volgend mechanisch probleem opgelost [1]). De uiteinden van een dun koord zijn vastgemaakt aan de 2 einden van een horizontale staaf, die met constante hoeksnelheid om een verticale as door zijn midden wordt rondgedraaid, een tweede koord met een materieel punt bezwaard is midden aan het eerste vastgemaakt. Onderzocht wordt nu de beweging bij een kleine verstoring van het punt. Bij groote hoeksnelheid wordt de oplossing vrij eenvoudig. Cirkelvormige bewegingen van het punt in verschillenden zin doorloopen, hebben iets andere perioden. Vergelijkt men den dubbelslinger met een lichtend atoom en de beweging van de draaiende staaf met de rotatiebeweging om de magnetische krachtlijnen, dan is de toepassing op ons geval duidelijk.

Het behoeft wel geen betoog dat aan de bovengenoemde beschouwingen hoogstens als aanwijzing van min of meer analoge gevallen

[1]) Proc. R. S. 1856.

eenige waarde toekomt. Ik deel ze echter mede omdat ze de eerste aanleiding tot mijn proeven waren.

17. Tot een werkelijke verklaring van de magnetische verandering van den trillingstijd scheen mij de theorie van Prof. LORENTZ den weg te wijzen.

In die theorie wordt aangenomen, dat zich in alle lichamen kleine, electrisch geladen massadeeltjes bevinden, dat alle electrische verschijnselen op de ligging en beweging dezer „ionen" berusten en dat de lichttrillingen vibraties dier ionen zijn. Door de lading, ligging en beweging der ionen is dan de toestand in den aether geheel bepaald. Op zoo'n ion werken, wanneer het zich door een magnetisch veld beweegt, mechanische krachten als die waarvan boven sprake was en die dan ook de verandering in trillingstijd moeten verklaren. Prof. LORENTZ wien ik deze beschouwing mededeelde, heeft dadelijk de vriendelijkheid gehad mij aan te geven op welke wijze de beweging van een ion in een magnetisch veld volgens zijne theorie wordt bepaald, en er mij op gewezen, dat was de verklaring die uit zijne theorie voortvloeide juist, de spectraalstreep aan de randen circulair gepolariseerd moet zijn. Het bedrag van de verbreeding van de spectraalstreep zou dan gebruikt kunnen worden om te zien welke verhouding tusschen lading en massa men in deze theorie aan een deeltje dat de beschouwde lichttrillingen uitvoert toeschrijven moet.

De zooevengenoemde hoogst belangrijke gevolgtrekking van Prof. LORENTZ, omtrent den polarisatietoestand in de magnetisch verbreede spectraallijn heb ik door de proefneming geheel bevestigd gevonden. (§ 20).

18. We zullen nu de bewegingsvergelijkingen opstellen voor een trillend ion, dat zich in het XY-vlak beweegt in een homogeen magnetisch veld, waarin de magnetische kracht in de richting der positieve Z-as loopt en de waarde H heeft. We denken ons daarbij het coördinaten-systeem, zóó gekozen, dat van uit de positieve Z-as gezien, men door een draaiing over $90°$ in een richting tegengesteld aan die van den uurwijzer de $+X$-as met de $+Y$-as doet samenvallen. Laat e de lading (in electromagnetische maat) van het positief geladen ion zijn, en m zijn massa. De bewegingsvergelijkingen zijn dan:

$$\left.\begin{aligned} m\frac{d^2x}{dt^2} &= -k^2x + eH\frac{dy}{dt} \\ m\frac{d^2y}{dt^2} &= -k^2y - eH\frac{dx}{dt} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (1)\ [1]$$

[1]) De vergelijkingen der betrekkelijke beweging,

De eerste term van het tweede lid drukt de gewone elastische kracht uit, die het ion naar zijn evenwichtsstand terug drijft, de tweede de mechanische kracht die van het magnetisch veld afkomstig is.

Hieraan wordt voldaan door:

$$\left. \begin{aligned} x &= \alpha\, e^{st} \\ y &= \beta\, e^{st} \end{aligned} \right\} \ldots\ldots (2)$$

mits:

$$\left. \begin{aligned} m\, s^2 \alpha &= -\, k^2 \alpha + e\, H\, s\, \beta \\ m\, s^2 \beta &= -\, k^2 \beta - e\, H\, s\, \alpha \end{aligned} \right\} \ldots\ldots (3)$$

Hierin zijn nu m, k, $e\,H$, als gegeven te beschouwen.

In 't bijzonder interesseert ons de trillingstijd T.

Is $H = o$ dan volgt uit (3)

$$s = i\,\frac{k}{\sqrt{m}} = i\,\frac{2\pi}{T}$$

of: $$T = \frac{2\pi\sqrt{m}}{T} \ldots\ldots (4)$$

Is H niet o, dan vindt men uit (3) bij benadering

$$s = i\,\frac{k}{\sqrt{m}}\left(1 \pm \frac{e\,H}{2k\sqrt{m}}\right)$$

Noemt men T' den trillingstijd in dit geval dan is:

$$T' = \frac{k}{2\pi\sqrt{m}}\left(1 \pm \frac{e\,H}{2k\sqrt{m}}\right) \ldots\ldots (5)$$

De verhouding van de verandering in trillingstijd tot den oorspronkelijken trillingstijd wordt:

$$\frac{e\,H}{2k\sqrt{m}} = \frac{e}{m} \cdot \frac{H\,T}{4\pi} \ldots\ldots (6)$$

Een bijzondere oplossing van (1) is die waarbij de ionen zich bewegen in cirkels. Bewegen ze zich in positieve richting (d. w. z. in de richting van de wijzers van een uurwerk voor een waarnemer die aan den kant staat waarheen de krachtlijnen loopen) dan is de periode iets kleiner, dan wanneer ze zich in negatieve richting bewegen. De periode wordt in het eerste geval bepaald door de waarde van (5) met het benedenste teeken, in 't tweede geval met het bovenste.

De algemeene oplossing van (1) leert dat behalve cirkels door de ionen ook beschreven worden elliptische banen, die langzaam draaien.

In 't algemeene geval dat de oorspronkelijke beweging van het ion een willekeurigen stand in de ruimte heeft, blijkt het gemakkelijk dat de projectie der beweging op het XY-vlak hetzelfde karakter behoudt. De projectie der beweging op de Z-as is een gewone enkelvoudige trilling, zij is onafhankelijk van en heeft geen invloed op die in 't XY-vlak en ondergaat dus geen inwerking van de magnetische krachten. Natuurlijk is de nu gegeven beschouwing over de beweging van een ion, alleen bedoeld als allereerste schets van een theorie der lichtbewegingen

19. Stellen we ons een waarnemer voor die een vlam, geplaatst in een magnetisch veld bekijkt in zoodanige richting dat de krachtlijnen van hem af of naar hem toe loopen. Denken we ons dat die waarnemer de ionen van § 18 zelf in hun beweging kan volgen, dan zal het volgende worden opgemerkt. Er zullen ionen zijn die zich in cirkels bewegen en die dus circulair gepolariseerd licht uitzenden, doorloopen ze die rechtsom dan zal de trillingstijd bijv. grooter zijn dan toen er geen magneetveld was, linksom dan zal deze kleiner zijn. Er zullen ook ionen zijn die schijnen stil te staan en die zich in werkelijkheid met onveranderden trillingstijd evenwijdig aan de krachtlijnen bewegen. In de derde plaats zullen er ionen zijn die zich schijnen te bewegen in draaiende elliptische banen.

Wil men overwegen welke toestand in den aether wordt opgewekt door de zich bewegende ionen, dan kan men gebruik maken van den volgenden regel, die door Prof. LORENTZ uit de algemeene theorie is afgeleid. Heeft men in een molecuul een ion P — waarvan de evenwichtsstand P_0 moge heeten — twee of meer bewegingen *tegelijk*, in dien zin dat de vector $P_0 P$ op elk oogenblik verkregen wordt door de vectoren $P_0 P$ die op datzelfde tijdstip bij de afzonderlijke bewegingen zouden voorkomen samen te stellen, dan wordt in den aether, op een afstand die zeer groot is, in vergelijking met $P_0 P$, de toestand verkregen door die, welke in de bedoelde afzonderlijke gevallen bestaan zouden, op elkander te superponeeren.

Hieruit kan men vooreerst afleiden dat eene cirkelvormige beweging van een ion in punten, die op de as liggen circulair gepolariseerd licht geeft.

Verder kan men in plaats van de boven beschouwde elliptische banen eene andere voor ons doel meer geschikte ontbinding kiezen. Men kan n.l. de beweging die het ion heeft vóór de magnetische kracht werkt, ontbinden in eene rechtlijnige trilling evenwijdig aan de Z-as en twee cirkelvormige (rechts en links loopende) in het XY-vlak.

De eerste blijft onder den invloed der magnetische kracht onveranderd, van de laatste worden de trillingstijden gewijzigd.

Door een tralie worden de van de ionenbewegingen afkomstige trillingen gesorteerd naar den trillingstijd dus de geheele beweging in drie groepen gesplitst. De streep zal een triplet vormen. In allen gevalle laat zich wel verwachten dat de spectraallijn breeder zal zijn dan zonder magneetveld en de randen circulair gepolariseerd licht zullen uitzenden [1]).

20. Eene bevestiging van de laatste gevolgtrekking mag zeker wel als een bewijs voor de juistheid van de theorie van Prof. LORENTZ worden aangezien. Ten einde door de proef hierover te beslissen werd de electromagneet van § 2, maar nu met doorboorde polen, zoo geplaatst dat de verbindingslijn der polen het midden van het tralie sneed. De *D*-lijnen werden bekeken met de loupe van FRESNEL, waarin een verticale draad was gespannen. Tusschen het tralie en de loupe werden het $\frac{\lambda}{4}$ plaatje en de Nicol geplaatst, die ik vroeger bij het onderzoek der normale polaire terugkaatsing op een gemagnetiseerden spiegel heb gebruikt [2]). Het plaatje en de Nicol werden zoo ten opzichte van elkaar geplaatst, dat rechts circulair gepolariseerd licht werd uitgebluscht. Nu moet volgens het vorige de verbreede spectraallijn aan den eenen kant rechts aan den anderen links circulair gepolariseerd zijn.

Door een draaiing van den analysator over 90° moet het licht, dat eerst werd uitgebluscht, worden doorgelaten en omgekeerd. Of wel keert men de richting van den stroom om, dan moet als eerst de rechter helft der lijn in den toestel zichtbaar was, nu de linker het worden. De draad in de loupe werd op de lijn ingesteld. Bij het omkeeren van den stroom versprong de zichtbare lijn! Deze proef kon naar willekeur herhaald worden.

21. Een geringe wijziging van bovenstaande proef is nog deze. Bij onveranderden stand van het $\frac{\lambda}{4}$-plaatje wordt de analysator rondgedraaid. De verbreede spectraallijn wordt dan bij één omwenteling van den analysator tweemaal breed en tweemaal smal.

22. De electromagneet werd 90° in een horizontaal vlak gedraaid van uit den stand van § 20, zoodat de krachtlijnen nu loodrecht stonden op de verbindingslijn van de spleet met het tralie. De randen van de verbreede spectraallijn bleken nu *lineair* gepolariseerd te

---

[1]) Het bleek mij later dat STONEY, Trans. Dublin, IV, het optreden van dubbele en drievoudige lijnen in het spectrum op dergelijke wijze door de draaiing van elliptische banen der „electrons" onder invloed van storende krachten verklaren wil.

[2]) ZEEMAN. Zitting Akademie 26 Januari 1895.

zijn en wel in een vlak dat loodrecht staat op de lijn. Dit verschijnsel is onmiddellijk duidelijk uit de beschouwing van § 19. Men ziet de cirkels, waarin zich de ionen bewegen en die loodrecht op de krachtlijnen staan nu op haar kant.

23. De proeven 20 tot 22 kan men als een bewijs daarvoor beschouwen, dat de lichttrillingen veroorzaakt worden door de beweging van ionen, gelijk die door Prof. LORENTZ in zijne electriciteitstheorie zijn ingevoerd. Uit de gemeten verbreeding (§ 14) kan met behulp van betrekking (6), nu de verhouding van $\frac{e}{m}$ worden gevonden. Het blijkt dan dat $\frac{e}{m}$ van de orde 10^7 is. Natuurlijk kan deze uitkomst uit de theorie slechts als een eerste benadering worden beschouwd.

24. Uit de proef van § 20 kan men afleiden of het positieve of het negatieve ion zich beweegt. Loopen de krachtlijnen in de richting naar het tralie, dan bleeken de rechts circulair gepolariseerde stralen een kleineren trillingstijd te krijgen. In verband met § 17 volgt daaruit dat het de positieve ionen zijn die zich bewegen of die althans een grootere baan beschrijven.

25. Vooral nu de magnetiseering der spectraallijnen in de theorie van Prof. LORENTZ geïnterpreteerd kan worden, wordt het verder onderzoek er van zeer aanlokkend. Er dringen zich al dadelijk een reeks van verdere vragen op. Het schijnt veelbelovend om voor verschillende stoffen, onder verschillende omstandigheden van temperatuur en druk, bij verschillende sterkte der magnetisatie de beweging der ionen na te gaan. Het verder onderzoek zal ook moeten uitmaken in hoeverre of de sterke magnetische krachten, die men aanneemt dat aan het oppervlak van de zon werken, de spectraallijnen daarvan kunnen wijzigen.

Natuurkunde. — De Heer VAN DER WAALS deelt, namens den Heer J. D. V. D WAALS JR., voor het Zittingsverslag mede: „*Eenige opmerkingen omtrent de wet der overeenstemmende toestanden*".

De waarnemingen van BATTELLI over de densiteit van ether, zwavelkoolstof en alcohol [1]) bij verschillende temperaturen onder den druk van hun verzadigden damp kunnen gebruikt worden, om de

[1]) Annales de Chemie et de Physique, 7me Série. Nov. 1896.

wet der overeenstemmende toestanden te controleeren. Wel voert BATTELLI zelf de herleide temperatuur in, maar alleen in empirische formules, zoodat de controle dier formules, niet de wet der overeenstemmende toestanden zelf geldt. Onder andere geeft hij de formule

$$\delta = c\,(a' + b'm + c'm^2),$$

waarin c voorstelt 1000 maal de kritische densiteit. De waarden die hij voor deze grootheid opgeeft, wijken 20 pCt. af van die, welke andere onderzoekers ervoor vonden. Hij vermeldt niet hoe hij haar bepaald heeft, evenmin hoe hij zijn getallen voor a', b' en c' heeft berekend. Volgens de wet der overeenstemmende toestanden moeten die constanten voor alle stoffen dezelfde zijn. Hij geeft ervoor echter geheel verschillende waarden op, die bovendien niet aan de voorwaarde voldoen dat bij $m = 1$ de uitdrukking tusschen haakjes de waarde 0,001 aanneemt. Zoo geeft hij voor ether

$$\delta = 207{,}5\ (0{,}00089 + 0{,}00917\,m - 0{,}00757\,m^2).$$

Bij $m = 1$

$$\delta = 207{,}5\ .\ 0{,}00249.$$

Hieronder laat ik een tabel volgen, die een indruk kan geven, in hoeverre de getallen van BATTELLI de wet der overeenstemmende toestanden volgen. Ik heb daartoe de temperaturen genomen, zooals BATTELLI ze voor alcohol geeft, en daarbij de overeenkomstige temperaturen voor ether en zwavelkoolstof berekend, met behulp van de kritische temperatuur, zooals BATTELLI die opgeeft, (voor ether $T_k = 197$, voor zwavelkoolstof $T_k = 273{,}05$, voor alcohol $T_k = 241{,}4$) en de densiteiten van $(C_2H_5)_2O$ en CS_2 bij die temperaturen uit de getallen van BATTELLI geïnterpoleerd. Die interpolatie kon ongeveer 7° onder T_k beginnen. Boven die temperatuur week de verandering van de densiteit te sterk van proportionaliteit af. Om onafhankelijk te zijn van een juiste bepaling van δ_k heb ik de stoffen onderling vergeleken. Bij overeenstemmende T moet n.l. de verhouding der δ van twee stoffen constant zijn. Ik geef in de tabel de logarithme van die verhouding op. Ter vergelijking heb ik er aan toegevoegd de logarithmen der verhoudingen die YOUNG [1]) vond.

---

[1]) Proc. Phys. Soc. of London. Vol. XI. Part. III. Maart 1892.

α	β	γ	δ	ε
			238,9	0,03564
235	0,04341		234,3	3895
230	4972	0,25035	229,2	4167
225	5048	24986		
220	5292	25118	221,35	3972
215	5179	25037		
210	5050	24864		
205	4890	24592	206,35	4194
200	4873	24418		
195		24058		
190	4496	23929		
185	4551	23770	187,9	4168
180	4774	23623	174,3	4225
170	4219	23152	163,8	4122
160	4199	22860	151,65	3958
150	3883	22520	144,65	3880
140	3640	22215	136,4	3684
130	3558	21975	128,1	3743
120	3919	22135	117,9	3680
100	4010	22218	105,55	3700
80	3997	22395	89,7	3475
60	3937	22582	79,35	3375
40	3458	22360	65,75	3223
20	3004	22342	57,3	3119
0			39,45	2876

$\alpha = t$ van alcohol.
$\beta =$ verschil der logarithmen der densiteiten van C_2H_5OH en $(C_2H_5)_2O$
$\gamma =$ „ „ „ „ „ „ CS_2 en $(C_2H_5)_2O$
$\delta = t$ van alcohol bij proeven van Young.
$\varepsilon =$ als β bij de proeven van Young.

De grootste afwijking in de logarithmen der verhouding tusschen de densiteit van alcohol en ether, n.l. 0,05295 en 0,03004 wijst op een afwijking in de verhouding van ± 0,06, terwijl de verhoudingen van zwavelkoolstof en ether tot op 0,075 overeenkomen, en de getallen van Young tot op 0,04.

Het verschil tusschen de getallen van Battelli en Young is te groot dan dat men hieruit met zekerheid iets zou kunnen besluiten. Toch vertoonen de beide reeksen in hoofdzaak hetzelfde beloop en schijnt niet ver beneden de kritische temperatuur de verhouding een maximum te bereiken, waarna zij langzamerhand afneemt.

Young maakt in genoemd stuk de opmerking dat bij overeen-

stemmende drukken voor twee stoffen de verhoudingen der kookpunten en die der moleculair-volumina van den vloeibaren toestand aanzienlijk verschillen „though they should be identical if VAN DER WAALS's generalizations were strickly true". Dit is niet juist. Als wij de stoffen met de indices 1 en 2 aangeven, moet bij overeenstemmenden druk

$$\frac{T_1 / T_{k_1}}{T_2 / T_{k_2}} = \frac{V_1 / V_{k_1}}{V_2 / V_{k_2}} \quad \text{of} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \frac{V_{k_1}\, T_{k_2}}{V_{k_2}\, T_{k_1}} .$$

Het volgende lijstje kan aantoonen in hoeverre aan deze betrekking voldaan wordt:

	C_6H_5Cl	C_6H_5Br	C_6H_5I	C_6H_6	$C Cl_4$	$Sn Cl_4$	$(C_2H_5)_2O$	CH_3OH	C_2H_5OH	C_3H_7OH	$CH_3 COOH$
I	1,13	1,20	1,29	0,986	0,992	1,0625	0,84	0,96	0,99	1,03	1,09
II	1,13	1,192	1,29	0 937	1,022	1,292	1,0445	0,458	0,663	0,864	0,6464
III	1,1246	1,18	1,277	0,944	1,02	1,28	1,034	0,423	0,615	0,80	0,634
IV	1,137	1,189	1,282	0,946	0,993	1,282	1,038	0,507	0,676	0,859	0,593
V	1,133	1,192	1,289	0,948	1,021	1,292	1,038	0,437	0,617	0,805	0,630

I verhoudingen der kookpunten zooals YOUNG die opgeeft.

II $\frac{T_1}{T_2} \frac{V_{k_1}\, T_{k_2}}{V_{k_2}\, T_{k_1}}$, waarin voor de kritische grootheden genomen zijn de waarden door YOUNG [1]) opgegeven.

III verhoudingen der moleculair-volumina in vloeibaren toestand.

IV „ „ „ „ „ damptoestand.

V verhoudingen der kritische moleculair-volumina.

De getallen geven de gemiddelden aan van de verhoudingen van de genoemde grootheden bij de andere stoffen tot die bij C_6H_5F, gevonden uit een reeks proeven, waarbij de temperatuur van het C_6H_5F variëerde van 272°,25 tot 559°,55 en de druk van 20 tot 33912 mm. kwik.

Ook GRÄTZ [2]) geeft een onjuiste gevolgtrekking uit de proeven

---

[1]) Proc. Phys. Soc. of London. Vol. XII. Part I. April 1893.

[2]) WINKELMANN. Handbuch der Physik, 29ste Lieferung, pag. 743.

van YOUNG. Hij meent n.l. dat deze de verhoudingen der herleide V en T opgeeft, en besluit dus dat zij alle volgens de wet der overeenstemmende toestanden 1 moesten zijn. YOUNG geeft echter de verhoudingen der V en T zelf op, en de getallen moeten dus niet de éénheid zijn, maar de verhouding der kritische grootheden. Ter vergelijking heb ik daarom aan het lijstje de verhoudingen der kritische moleculair-volumina toegevoegd, zooals YOUNG die op andere wijze heeft bepaald.

Volgens de wet der overeenstemmende toestanden moeten dus de rijen II, III, IV en V gelijk zijn. Men vindt slechts aanzienlijke afwijkingen bij de alcoholen en azijnzuur, bij welke stoffen men ook reeds om andere reden in vloeistoftoestand associatie der moleculen aannam.

Natuurkunde — De Heer LORENTZ biedt een opstel aan, getiteld: „*Over de entropie eener gasmassa*”.

De bekende, het eerst door BOLTZMANN bewezen stelling der kinetische gastheorie, dat er eene zekere van de beweging der molekulen afhankelijke grootheid kan worden aangewezen, die door de botsingen alleen kan afnemen, herinnert onmiddellijk aan de entropiewet. Inderdaad voert de berekening der bedoelde gewoonlijk door H voorgestelde grootheid voor een stationairen toestand van het gas tot eene waarde, die zich slechts door constanten en door het teeken van de bekende uitdrukking voor de entropie onderscheidt.

Het komt mij voor dat op de volgende wijze de beteekenis van H nog iets duidelijker aan het licht wordt gebracht.

Wij beschouwen eene gasmassa, welker molekulen volkomen gladde veerkrachtige bollen met de massa m zijn, en denken ons in eene hulpfiguur van uit een vast punt O tal van vectoren getrokken, die elk de snelheid van een molekuul voorstellen. De uiteinden dier vectoren noemen wij snelheidspunten, zoodat aan elk molekuul een snelheidspunt beantwoordt.

Zij σ een vaststaand gesloten oppervlak in de gasmassa, τ de ingesloten ruimte, $d\sigma$ een oppervlakte- en $d\tau$ een volume-element; laat voorts $d\omega$ een volume-element in de snelheidsfiguur zijn, en noemen wij x, y, z de coördinaten van een punt in het gas, ξ, η, ζ de coördinaten van een punt in de hulpfiguur, zoodat, indien dit laatste een snelheidspunt is, ξ, η, ζ de snelheidscomponenten van het overeenkomstige molekuul zijn. Wij kunnen dan, in welken toestand het gas ook verkeeren moge, voor het aantal molekulen die zich op den tijd t in het element $d\tau$ aan het punt (x, y, z) be-

vinden en wier snelheidspunten binnen het element $d\omega$ aan het punt (ξ, η, ζ) liggen, schrijven

$$F(t, x, y, z, \xi, \eta, \zeta)\, d\,\omega\, d\,\tau, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

waarin de gedaante der functie F van den toestand van het gas afhangt.

Zij nu φ eene willekeurige functie van t, x, y, z, ξ, η, ζ, eene functie dus, die op ieder oogenblik voor elk molekuul eene bepaalde waarde heeft. Wij kunnen dan op een bepaald tijdstip de som opmaken van de waarden die φ voor alle binnen σ liggende molekulen aanneemt. Deze som stellen wij door $\Sigma\,\varphi$ voor, en in een bijzonder geval ook door H; in het geval nl., dat, zooals in het vervolg steeds zal ondersteld worden,

$$\varphi = \log F$$

is.

Wij stellen ons nu voor, $\frac{d\,H}{d\,t}$ te berekenen.

Klaarblijkelijk is

$$H = \int\!\!\int F \log F\, d\,\omega\, d\,\tau,$$

indien wij hier over de geheele ruimte τ en de geheele snelheidsfiguur integreeren (wat door het dubbele integraalteeken moge worden aangewezen). Daaruit volgt

$$\frac{dH}{dt} = \int\!\!\int \frac{\partial}{\partial t}(F \log F)\, d\,\omega\, d\,\tau = \int\!\!\int \frac{\partial F}{\partial t}\, d\,\omega\, d\,\tau + \int\!\!\int \frac{\partial F}{\partial t} \log F\, d\,\omega\, d\,\tau\,.$$

Hier is F opgevat als eene functie van t, x, y, z, ξ, η, ζ, zoodat bij de door $\frac{\partial}{\partial\,t}$ voorgestelde differentiaties x, y, z, ξ, η, ζ constant gehouden worden.

Is N het aantal molekulen in de ruimte τ, dan is

$$\int\!\!\int F\, d\,\omega\, d\,\tau = N,$$

en dus

$$\frac{dH}{dt} = \frac{dN}{dt} + \int\!\!\int \frac{\partial F}{\partial t} \log F\, d\,\omega\, d\,\tau. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Hierin kan men nu eene bekende waarde van $\frac{\partial F}{\partial t}$ substitueeren. Onderstelt men vooreerst dat op de molekulen geene uitwendige krachten werken, dan is [1])

$$\frac{\partial F}{\partial t} = -\xi \frac{\partial F}{\partial x} - \eta \frac{\partial F}{\partial y} - \zeta \frac{\partial F}{\partial z} + b - a\ .$$

De beteekenis van a en b is de volgende.

Van de groep deeltjes, waarvan het aantal door (1) wordt voorgesteld, zullen in den tijd dt

$$a\, d\omega\, d\tau\, dt$$

molekulen eene botsing ondergaan, zoodat hunne snelheidspunten het element $d\omega$ verlaten; daarentegen zullen in dienzelfden tijd, in het volume-element $d\tau$,

$$b\, d\omega\, d\tau\, dt$$

botsingen plaats hebben, waardoor een snelheidspunt in $d\omega$ wordt gebracht.

Substitueert men de waarde van $\frac{\partial F}{\partial t}$ in (2), dan verkrijgt men

$$\frac{dH}{dt} = \frac{dN}{dt} + \iint (b-a) \log F\, d\omega\, d\tau -$$
$$- \iint \left(\xi \frac{\partial F}{\partial x} + \eta \frac{\partial F}{\partial y} + \zeta \frac{\partial F}{\partial z}\right) \log F\, d\omega\, d\tau. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

De eerste integraal in het tweede lid stelt de aangroeiing voor, die H per tijdseenheid door de botsingen ondergaat. Door te letten op de talrijkheid der botsingen onder verschillende omstandigheden kan men de op de ruimte-eenheid betrekking hebbende integraal

$$\int (b-a) \log F\, d\omega \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

voorstellen als eene som van termen, elk afkomstig van eene be-

---

[1]) Zie b. v. LORENTZ, Les équations du mouvement des gaz, etc. Arch. Néerl. T. 16, p. 9, en BOLTZMANN, Vorlesungen über Gastheorie, I, p. 114.

paalde groep van botsingen. Beschouwt men b. v. de botsingen bij welke de snelheidspunten der twee deeltjes vóór de ontmoeting gelegen zijn in de volume-elementen $d\omega_1$ en $d\omega_2$, aan de punten (ξ_1, η_1, ζ_1) en (ξ_2, η_2, ζ_2) en na de ontmoeting in de elementen $d\omega_1'$ en $d\omega_2'$ aan de punten $(\xi_1', \eta_1', \zeta_1')$ en $(\xi_2', \eta_2', \zeta_2')$, en duidt men door F_1 F_2, F_1', F_2' de waarden aan, die de functie F aanneemt voor de genoemde waarden van ξ, η, ζ, dan komt in het aandeel dat deze botsingen en de „omgekeerde" voor (4) opleveren, de factor

$$log\left(\frac{F_1' F_2'}{F_1 F_2}\right)(F_1 F_2 - F_1'F_2')\, d\omega_1\, d\omega_2 \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

voor, met een positieven coëfficient vermenigvuldigd

Aangezien nu de twee eerste factoren in deze uitdrukking noodzakelijk tegengestelde teekens hebben, kan (5) nooit positief zijn, en hetzelfde geldt van (4) De verandering die H tengevolge van de botsingen ondergaat is dus negatief, tenzij zij 0 is, welk geval zich voordoet als de door de wet van MAXWELL bepaalde snelheidsverdeeling bestaat. Dan is nl.

$$F_1 F_2 = F_1' F_2' \; .$$

Aan deze reeds door BOLTZMANN afgeleide gevolgtrekkingen kunnen wij nu nog de opmerking toevoegen dat, wanneer de toestand van het gas oneindig weinig van de wet van MAXWELL afwijkt, de beide eerste factoren in (5) oneindig klein zullen worden. Beschouwt men dus de afwijkingen tusschen de werkelijke waarden van F en die, welke bij eene verdeeling der snelheden volgens de wet van MAXWELL zouden bestaan, als grootheden van de eerste orde, dan is (4) van de tweede orde.

Wij zullen nu in het vervolg over toestandsveranderingen van het gas spreken, die zoo langzaam plaats hebben dat de toestand op elk oogenblik oneindig weinig van een stationairen afwijkt. Wij mogen dan, wanneer wij alle grootheden van de tweede orde weglaten, van de eerste integraal in (3) afzien, en hebben alleen nog te berekenen

$$q = -\int\int\left(\xi\frac{\partial F}{\partial x} + \eta\frac{\partial F}{d y} + \zeta\frac{\partial F}{\partial z}\right) log\, F\, d\,\omega\, d\,\tau \; ,$$

waarna

$$\frac{d H}{d t} = \frac{d N}{d t} + q \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6)$$

wordt.

Op q kunnen wij nu, wanneer wij eerst, bij constante ξ, η, ζ, naar x, y, z integreeren, de partieele integratie toepassen. Wij verkrijgen daardoor, als wij de hoeken die de aan $d\sigma$ naar buiten getrokken normaal met de positieve assen maakt, α, β, γ noemen,

$$q = \int\int \left(\xi \frac{\partial F}{\partial x} + \eta \frac{\partial F}{\partial y} + \zeta \frac{\partial F}{\partial z} \right) d\omega \, d\tau -$$

$$- \int\int (\xi \cos\alpha + \eta \cos\beta + \zeta \cos\gamma) F \log F \, d\omega \, d\sigma.$$

De eerste term gaat door uitvoering der integratie over in

$$\int\int (\xi \cos\alpha + \eta \cos\beta + \zeta \cos\gamma) F \, d\omega \, d\sigma,$$

hetgeen klaarblijkelijk aangeeft hoeveel deeltjes per tijdseenheid door het oppervlak σ meer naar buiten dan naar binnen gaan en dus $= - \frac{dN}{dt}$ is. Dientengevolge gaat (6) over in

$$\frac{dH}{dt} = - \int\int (\xi \cos\alpha + \eta \cos\beta + \zeta \cos\gamma) F \log F \, d\omega \, d\sigma \quad . \quad . \quad (7)$$

Tot nog toe spraken wij over de verandering die H ondergaat in de ruimte binnen een vaststaand oppervlak σ. Wij kunnen echter ook aannemen dat het oppervlak zelf zich verplaatst, en eene waarde van $\frac{dH}{dt}$ zoeken, door H op verschillende tijdstippen te berekenen, telkens voor de ruimte die *dan* binnen σ ligt. Het differentiaalquotient, op deze nieuwe wijze opgevat, zullen wij door

$$\left(\frac{dH}{dt} \right)$$

aanduiden. De waarde ervan verkrijgt men uit (7) door toevoeging — met het geschikte teeken — van de bijdragen, die voor H worden opgeleverd door de ruimten, welke de elementen $d\sigma$ bij hunne beweging doorloopen.

Wij stellen ons voor dat het gas bij de beschouwde toestandsveranderingen in stroomende beweging, met oneindig kleine snel-

heden u, v, w verkeert, zooals b. v. het geval moet zijn, als het volume verandert. Wij zullen nu het geval beschouwen dat het oppervlak σ met die stroomende beweging medegaat en dat dus H op elk tijdstip berekend wordt voor *evenveel*, en, op de uitwisseling door het oppervlak na, voor *dezelfde* gasmolekulen.

Wij vinden dan

$$\left(\frac{dH}{dt}\right) = \int\int \Big[(u-\xi)\cos\alpha + (v-\eta)\cos\beta + (w-\zeta)\cos\gamma\Big] F \log F \, d\omega \, d\sigma \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Zij nu ergens in het gas n het aantal molekulen per volume-eenheid en k de gemiddelde kinetische energie van een molekuul, dan zou, indien het gas in rust verkeerde en den aan de wet van Maxwell beantwoordenden toestand had aangenomen, de functie F den vorm

$$F_0 = C e^{-\frac{3m}{4k}(\xi^2+\eta^2+\zeta^2)}, \quad \left| \; C = n\sqrt{\left(\frac{3m}{4\pi k}\right)^3} \; \right|$$

hebben. In werkelijkheid zal F hier oneindig weinig van afwijken. Stelt men dus

$$F = F_0 + f,$$

dan is

$$F \log F = (F_0 + f) \log F_0 + f \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Daar nu het oppervlak σ met de gasstrooming medegaat, zullen door elk element ervan evenveel molekulen naar de eene als naar de andere zijde gaan, zoodat overal

$$\int \Big[(u-\xi)\cos\alpha + (v-\eta)\cos\beta + (w-\zeta)\cos\gamma\Big] (F_0 + f) \, d\omega = 0$$

moet zijn. Men mag dus, bij de berekening van $\left(\frac{dH}{dt}\right)$, in (9) f door $-F_0$ vervangen, en in $\log F_0$ den constanten term $\log C$ weglaten. Bedenkt men verder dat

$$\int F_0\, d\omega = n, \int \xi\, F_0\, d\omega = \int \eta\, F_0\, d\omega = \int \zeta\, F_0\, d\omega = 0$$

is, dan gaat de eerste integraal in (8) over in

$$-\frac{3\,m}{4\,k}\int\int\Big[(u-\xi)\cos\alpha + (v-\eta)\cos\beta +$$

$$+ (w-\zeta)\cos\gamma\Big](\xi^2+\eta^2+\zeta^2)(F_0+f)\,d\,\omega\,d\,\sigma -$$

$$-\int n\,(u\cos\alpha + v\cos\beta + w\cos\gamma)\,d\,\sigma.$$

De eerste term hangt ten nauwste samen met de kinetische energie, die, wegens de beweging der molekulen, door het oppervlak σ meer naar binnen dan naar buiten stroomt. Duiden wij deze hoeveelheid voor een tijdselement $d\,t$ door $d\,T$ aan, dan is de eerste term

$$-\frac{3}{2\,k}\frac{d\,T}{d\,t},$$

zoodat men vindt

$$\left(\frac{d\,H}{d\,t}\right) = -\frac{3}{2\,k}\frac{d\,T}{d\,t} - \int n\,(u\cos\alpha + v\cos\beta + w\cos\gamma)\,d\,\sigma\;.\;\;.\;\;.\quad(10)$$

Ter wille van de algemeenheid zullen wij thans nog aannemen dat er uitwendige krachten op de molekulen werken. Wij moeten dus thans nog bij de reeds beschouwde aangroeiing van H in den tijd $d\,t$ die voegen, welke door deze krachten wordt veroorzaakt. Wanneer de versnellingen X, Y, Z zijn, nemen de snelheden toe met

$$Xdt,\quad Ydt,\quad Zdt;$$

de waarde van $\varphi = \log F$ neemt hierdoor voor één molekuul toe met

$$\frac{1}{F}\left(X\frac{\partial F}{\partial \xi} + Y\frac{\partial F}{\partial \eta} + Z\frac{\partial F}{\partial \zeta}\right)d\,t\,,$$

waaruit voor de verandering van $\Sigma\,\varphi$, over de deeltjes uitgestrekt, waarvan (1) het aantal is,

$$\left(X\frac{\partial F}{\partial \xi} + Y\frac{\partial F}{\partial \eta} + Z\frac{\partial F}{\partial \zeta}\right)d\,t\,d\,\omega\,d\,\tau$$

en voor de verandering van $\Sigma \varphi$, uitgestrekt over alle deeltjes binnen σ,

$$\iint \left(X \frac{\partial F}{\partial \xi} + Y \frac{\partial F}{\partial \eta} + Z \frac{\partial F}{\partial \zeta} \right) dt\, d\omega\, d\tau \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

volgt.

Nu kunnen krachten, die, zooals de zwaartekracht, op alle molekulen gelijkelijk werken, niets tot deze integraal bijdragen. Immers, wanneer X, Y, Z onafhankelijk van ξ, η, ζ zijn, heeft men b.v. te doen met integralen als

$$\int_{-\infty}^{+\infty} X \frac{\partial F}{\partial \xi} d\xi = X \left| F \right|_{\xi = -\infty}^{\xi = +\infty},$$

hetgeen verdwijnt, omdat zoowel voor $\xi = -\infty$, als voor $\xi = +\infty$, $F = 0$ moet zijn.

Wij kunnen ons echter ook krachten van anderen aard voorstellen, zoodanige b. v. die op alle deeltjes versnellend werken, en dus de temperatuur kunnen verhoogen. Konden wij over dergelijke krachten beschikken, dan zouden wij daarin een middel hebben om aan het binnenste van een gas „warmte" toe te voeren. In werkelijkheid gelijkt hierop eenigszins de verwarming van een gas door stralen, die het in zijn binnenste absorbeert.

Dergelijke uitwendige krachten nu moeten wij oneindig klein onderstellen, daar alle invloeden die den toestand van het gas veranderen oneindig klein moeten zijn, zal de toestand steeds oneindig weinig van een stationairen verschillen. Wij mogen dus in (11) $\frac{\partial F}{\partial \xi}$, enz. vervangen door

$$\frac{\partial F_0}{\partial \xi} = -\frac{3m}{2k} \xi F_0, \text{ enz.}$$

en deze waarden weder door

$$-\frac{3m}{2k} \xi F, \text{ enz.}$$

Daardoor wordt (11)

$$-\frac{3m}{2k} \iint (X\xi + Y\eta + Z\zeta) F\, dt\, d\omega\, d\tau .$$

Noemen wij dus den arbeid der krachten in den tijd dt, welke arbeid voor één molekuul door

$$m\,(X\,\xi + Y\,\eta + Z\,\zeta)\,d\,t$$

wordt voorgesteld, of m. a. w. de aan het inwendige van het gas toegevoerde warmte

$$d\,Q_i,$$

dan gaat (11) over in

$$-\frac{3}{2\,k}\,d\,Q_i$$

en wij verkrijgen, in plaats van (10), wanneer wij de haakjes om $\frac{d\,H}{d\,t}$ weglaten, en met $d\,t$ vermenigvuldigen

$$d\,H = -\frac{3}{2\,k}\,d\,T - \frac{3}{2\,k}\,d\,Q_i - \int n\,(u \cos\alpha + v \cos\beta + w \cos\gamma)\,dt\,d\sigma.$$

Wij beschouwen nu eene gasmassa, die binnen een vat besloten is, waarvan de wanden zich verplaatsen, en kiezen voor σ een oppervlak dat op zoo kleinen afstand van de wanden loopt, dat men de massa en het arbeidsvermogen in de dunne laag buiten σ tegenover die van het geheele gas mag verwaarloozen. Dan kan men vooreerst $d\,H$ en $d\,Q$ op de geheele massa betrekking laten hebben. Verder verricht in den tijd $d\,t$ de druk dien de wand op het gas uitoefent een zekeren arbeid $d\,A$ en deze, gevoegd bij de hoeveelheid warmte $d\,Q_u$ die de wand aan het gas afstaat, moet juist $d\,T$ opleveren, daar de verandering van het arbeidsvermogen in de dunne laag $= 0$ mag worden gesteld. Daardoor wordt, als men nog

$$d\,Q_i + d\,Q_u = d\,Q$$

stelt,

$$d\,H = -\frac{3}{2\,k}\,d\,A - \frac{3}{2\,k}\,d\,Q - \int n\,(u \cos\alpha + v \cos\beta + w \cos\gamma)\,dt\,d\,\sigma.$$

De laatste integraal kunnen wij ook over den wand zelf uitstrekken. Daar nu, op oneindig weinig na, k overal dezelfde waarde heeft,

en de druk p door de formule

$$p = \frac{2}{3} k n$$

bepaald wordt, verkrijgt men

$$\int n (u \cos \alpha + v \cos \beta + w \cos \gamma)\, dt\, d\sigma =$$

$$= \frac{3}{2k} \int p (u \cos \alpha + v \cos \beta + w \cos \gamma)\, dt\, d\sigma = - \frac{3}{2k} d A$$

en dus ten slotte

$$d H = - \frac{3}{2k} d Q.$$

Daar nu k evenredig met de temperatuur ϑ, dus b. v. $= \mu \vartheta$, kan worden gesteld, blijkt het dat werkelijk

$$\frac{d Q}{\vartheta}$$

de volledige differentiaal eener grootheid is; deze grootheid, nl.

$$- \frac{2}{3} \mu H$$

is de entropie van het gas.

Wiskunde. — De Heer SCHOUTE biedt eene mededeeling aan: „*Over de ligging der enkelvoudige brandpunten eener circulaire kubische kromme van het eerste geslacht*".

Het volgende bevat een eenvoudige afleiding van deels bekende deels nieuwe stellingen, omtrent welke men in SALMON's *Analytic geometry of higher plane curves* het gedeelte over de bicirculaire krommen van den vierden graad kan naslaan.

1. Door een willekeurig punt P der kromme van den derden graad en van het eerste geslacht gaan vier de kromme elders rakende lijnen. Volgens de bekende stelling van SALMON verandert de dubbelverhouding dezer raaklijnen niet, als P zich langs de kromme verplaatst.

In het geval der circulaire kubische kromme van het eerste geslacht, die we in het volgende door K^3 voorstellen, snijden de twee viertallen van raaklijnen door de onbestaanbare cirkelpunten ω_1 en ω_2 elkaar in de zestien enkelvoudige brandpunten der kromme. Wijl de raaklijnen a_1, b_1, c_1, d_1 uit ω_1 één aan één de toegevoegd onbestaanbare lijnen zijn van de raaklijnen a_2, b_2, c_2, d_2 uit ω_2, zijn er van deze zestien brandpunten vier bestaanbaar. Zijn (a_1, a_2), (b_1, b_2), (c_1, c_2), (d_1, d_2) paren van toegevoegd onbestaanbare lijnen, dan zijn haar snijpunten A, B, C, D de bestaanbare brandpunten. De twaalf onbestaanbare brandpunten zijn de zes paren van toegevoegd onbestaanbare punten $[(a_1, b_2), (a_2, b_1)]$, enz., de zoogenaamde antipunten van de zes paren AB, enz. Van deze liggen bijv. de punten $(a_1, b_2) = A_b$ en $(a_2, b_1) = B_a$ op de lijn, die AB rechthoekig middendoordeelt, op een afstand van het midden $M_{a,b}$ van AB, waarvan het vierkant door $-\overline{AM_{a,b}}^2$ voorgesteld wordt.

2. We bewijzen thans de volgende stelling, die echter (vergelijk in CAYLEY's verhandeling „On polyzomal curves, etc.", *Collected Math. Papers*, deel 6, art. 72—77) slechts ten deele nieuw is:

I. *Er zijn twee soorten van krommen K^3. Bij de krommen van de eerste soort liggen de vier bestaanbare brandpunten op een cirkel. Bij de krommen van de tweede soort is elk der bestaanbare brandpunten gelegen op een der drie cirkels van* APOLLONIUS *behoorende bij den driehoek met de overige bestaanbare brandpunten tot hoekpunten.*

De dubbelverhoudingen (a_1, b_1, c_1, d_1) en (a_2, b_2, c_2, d_2) zijn in het algemeen toegevoegd onbestaanbaar; ze kunnen echter ook bestaanbaar zijn en zijn dan gelijk. Dus is voor ω_1 en ω_2 op twee wijzen aan de stelling van SALMON te voldoen.

α). De dubbelverhouding (a_1, b_1, c_1, d_1) is bestaanbaar en dus gelijk aan (a_2, b_2, c_2, d_2). De punten A, B, C, D liggen dan op een kegelsnee door ω_1 en ω_2, dus op een cirkel. Dit gebeurt bij de krommen K^3 van de eerste soort.

β). De dubbelverhouding (a_1, b_1, c_1, d_1) is onbestaanbaar en dus ongelijk aan (a_2, b_2, c_2, d_2), doch gelijk aan een der vijf andere dubbelverhoudingen, die door elementenomwisseling uit (a_2, b_2, c_2, d_2) kunnen ontstaan. Ter laatster instantie voert dit altijd tot de uitkomst, dat tusschen een der zes dubbelverhoudingen $p + iq$ van a_1, b_1, c_1, d_1 en de overeenkomstige dubbelverhouding $p - iq$ der vier toegevoegde lijnen de betrekking $(p + iq)(p - iq) = 1$ of $p^2 + q^2 = 1$ bestaat.

Zijn nu (x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), (x_4, y_4) de coördinaten der bestaanbare brandpunten in de hiermee overeenkomende volgorde, dan is

$$p + iq = \frac{x_1 + iy_1 - (x_3 + iy_3)}{x_2 + iy_2 - (x_3 + iy_3)} : \frac{x_1 + iy_1 - (x_4 + iy_4)}{x_2 + iy_2 - (x_4 + iy_4)},$$

$$p - iq = \frac{x_1 - iy_1 - (x_3 - iy_3)}{x_2 - iy_2 - (x_3 - iy_3)} : \frac{x_1 - iy_1 - (x_4 - iy_4)}{x_2 - iy_2 - (x_4 - iy_4)}.$$

Dus geeft vermenigvuldiging in verband met de voorwaarde $p_2 + q_2 = 1$

$$\frac{(x_1 - x_3)^2 + (y_1 - y_3)^2}{(x_2 - x_3)^2 + (y_2 - y_3)^2} = \frac{(x_1 - x_4)^2 + (y_1 - y_4)^2}{(x_2 - x_4)^2 + (y_2 - y_4)_2},$$

d. i., als A, B, C, D weer de bestaanbare brandpunten in deze volgorde zijn,

$$\frac{AC}{BC} = \frac{AD}{BD},$$

wat het beweerde bewijst.

3. Zooals voor het eerst door HART gevonden is, liggen de zestien brandpunten van K^3 op vier cirkels. We onderzoeken thans voor beide gevallen, welke dier cirkels bestaanbaar zijn.

α). Bij de krommen van de eerste soort stellen

$$\left.\begin{matrix}(a_1\, b_1\, c_1\, d_1)\\(a_2\, b_2\, c_2\, d_2)\end{matrix}\right| , \quad \left.\begin{matrix}(a_1\, b_1\, c_1\, d_1)\\(b_2\, a_2\, d_2\, c_2)\end{matrix}\right| , \quad \left.\begin{matrix}(a_1\, b_1\, c_1\, d_1)\\(c_2\, d_2\, a_2\, b_2)\end{matrix}\right| , \quad \left.\begin{matrix}(a_1\, b_1\, c_1\, d_1)\\(d_2\, c_2\, b_2\, a_2)\end{matrix}\right|$$

paren van gelijke dubbelverhoudingen voor.

Dus zijn de vier cirkels voor te stellen door

$$(A\,B\,C\,D) \;,\; (A_b\, B_a\, C_d\, D_c) \;,\; (A_c\, B_d\, C_a\, D_b) \;,\; (A_d\, B_c\, C_b\, D_a).$$

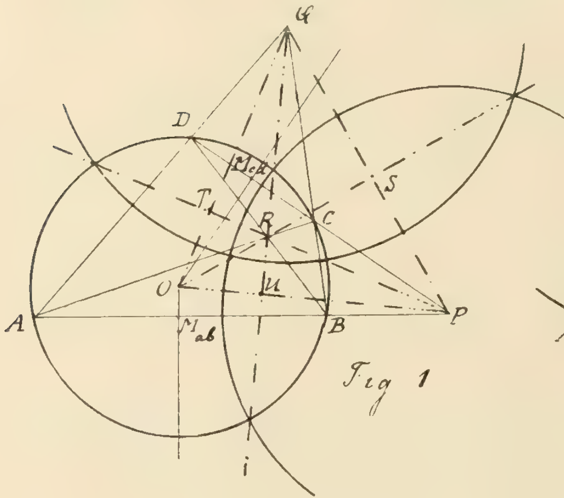
Zijn (fig. 1) de punten A, B, C, D op den cirkel (O) gegeven, dan zijn de andere cirkels gemakkelijk te bepalen. Ze hebben de drie diagonaalpunten P, Q, R van den volledigen vierhoek $ABCD$ tot middelpunten en de wortels uit de machten van deze punten ten opzichte van cirkel (O) tot stralen. Immers we hebben

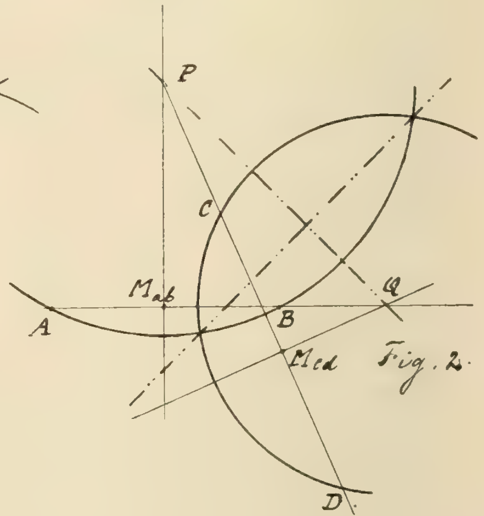
$$\overline{PA_b}^2 = \overline{PB_a}^2 = \overline{PM_{a.b}}^2 - \overline{AM_{a.b}}^2 = PA \, . \, PB,$$

$$\overline{PC_d}^2 = \overline{PD_c}^2 = \overline{PM_{c.d}}^2 - \overline{CM_{c.d}}^2 = PC \, . \, PD.$$

Wijl $PA \, . \, PB = PC \, . \, PD =$ de macht van P ten opzichte van cirkel (O) is, volgt hieruit het opgegevene.

Noemen we een onbestaanbaren cirkel zuiver onbestaanbaar of complex, naarmate het middelpunt bestaanbaar (en het vierkant van den straal negatief) of het middelpunt onbestaanbaar is, m. a. w. naarmate de vergelijking van den cirkel bestaanbare of onbestaanbare coëfficiënten vertoont, dan zijn in dit geval drie der cirkels





bestaanbaar en is de vierde zuiver onbestaanbaar (vergelijk CAYLEY, t. a. p.) Ze snijden elkaar twee aan twee loodrecht; in verband hiermee zijn hun middelpunten op vier wijzen de drie hoekpunten van een driehoek en zijn hoogtepunt.

β). Bij de krommen van de tweede soort kunnen de vier paren gelijke dubbelverhoudingen door

$$\left.\begin{matrix}(a_1\, b_1\, c_1\, d_1)\\(a_2\, b_2\, d_2\, c_2)\end{matrix}\right| , \quad \left.\begin{matrix}(a_1\, b_1\, c_1\, d_1)\\(b_2\, a_2\, c_2\, d_2)\end{matrix}\right| , \quad \left.\begin{matrix}(a_1\, b_1\, c_1\, d_1)\\(d_2\, c_2\, a_2\, b_2)\end{matrix}\right| , \quad \left.\begin{matrix}(a_1\, b_1\, c_1\, d_1)\\(c_2\, d_2\, b_2\, a_2)\end{matrix}\right|$$

worden voorgesteld. Hier verkrijgen we dan de cirkels

$$(A\,B\,C_d\,D_c) \quad , \quad (A_b\,B_a\,C\,D) \quad , \quad (A_d\,B_c\,C_a\,D_b) \quad , \quad (A_c\,B_d\,C_b\,D_a).$$

Wijl de punten van den vierden cirkel de toegevoegde punten zijn van die van den derden en deze acht punten niet op een zelfden cirkel liggen, zijn de derde en vierde cirkel toegevoegd complex.

Zijn (fig. 2) de punten A, B, C, D in overeenstemming met het bovenstaande zoo gegeven, dat aan de betrekking

$$\frac{AC}{BC} = \frac{AD}{BD}$$

voldaan is, dan zijn de twee bestaanbare cirkels gemakkelijk aan te wijzen. De eene cirkel (P) door A, B heeft zijn middelpunt P op CD, de andere cirkel (Q) door C, D heeft zijn middelpunt Q op AB. Werkelijk is

$$\overline{PC_d}^2 = \overline{PD_c}^2 = \overline{PM_{c.d}}^2 - \overline{CM_{c.d}}^2 = PC \,.\, PD = \overline{PA}^2 = \overline{PB}^2 ,$$

$$\overline{QA_b}^2 = \overline{QB_a}^2 = \overline{QM_{a.b}}^2 - \overline{AM_{a.b}}^2 = QA \,.\, QB = \overline{QC}^2 = \overline{QD}^2 .$$

De bestaanbare verbindingslijn van de onbestaanbare middelpunten der beide andere cirkels is de machtlijn der cirkels (P) en (Q).

4. Met SCHROETER (*Theorie der ebenen Kurven dritter Ordnung*, blz. 104) bewijst men langs eenvoudigen meetkundigen weg, dat de kromme K^3 door de middelpunten O, P, Q, R der vier brandpunten bevattende cirkels gaat en in deze punten door lijnen evenwijdig aan de bestaanbare asymptoot wordt aangeraakt. Hieruit volgt dan, dat door het bestaanbare oneindig ver verwijderde punt der kromme vier of twee bestaanbare raaklijnen gaan, naarmate men met een K^3 van de eerste of tweede soort te doen heeft. Dus vinden we (SCHROETER, t. a. p. blz. 136) de, naar wij meenen, nieuwe stelling:

II. *De kromme K^3 van de eerste soort bestaat uit twee takken, een even tak (ovaal) en een oneven tak (slanglijn); de kromme K^3 van de tweede soort heeft slechts een oneven tak (slanglijn).*

Uit de eigenschap, dat O, P, Q, R raakpunten zijn van door een punt der kromme gaande elders rakende lijnen en deze punten dus een zelfde punt der kromme tot tangentiaalpunt hebben, volgt verder, dat K^3 ook gaat door de drie diagonaalpunten S, T, U (fig. 1) van den volledigen vierhoek $OPQR$. Op hun beurt hebben deze punten S, T, U en het derde snijpunt V van K^3 met de lijn in het oneindige dan weer een gemeenschappelijk tangentiaalpunt W.

Beschouwen we nu alle krommen K^3, wier zestien brandpunten, zonder juist met A, B, C, D enz. samen te vallen, tot dezelfde vier co-orthogonale cirkels (O), (P), (Q), (R) voeren, dan blijkt onmiddellijk, dat deze een bundel vormen, waarvan O, P, Q, R, S, T, U en de beide punten ω_1 en ω_2 de basispunten zijn. Werkelijk zijn er — en dit is zeer merkwaardig — zes in een cirkel en een rechte lijn ontaarde krommen K^3 aan te wijzen, die deze negen punten bevatten; elk van deze bestaat uit een zijde van den volledigen vierhoek $OPQR$ en den cirkel door de zes niet op deze lijn gelegen basispunten. Van den bedoelden bundel, die door $K_1{}^3 + \lambda K_2{}^3 = 0$ mag worden voorgesteld, zijn dus de twaalf dubbelpunten onmiddellijk bekend. Wijl er in stede van twaalf krommen met één dubbelpunt

zes krommen met twee dubbelpunten in voorkomen, wordt de vergelijking van den twaalfden graad in λ, die de krommen met een dubbelpunt kenmerkt, door het nulstellen van het vierkant van een zesdemachtsvorm verkregen.

Nemen we behalve de co-orthogonale cirkels van den bundel op een van deze bijv. (O) een der brandpunten bijv. A willekeurig aan, dan zijn de overige vijftien brandpunten mede bepaald; B, C, D zijn dan de tweede snijpunten van (O) met de lijnen, die A met P, R, Q verbinden, en uit deze bestaanbare brandpunten volgen de overigen. Nu komt het aannemen van A tot brandpunt overeen met het aannemen van $A\omega_1$ en $A\omega_2$ tot in van ω_1 en ω_2 verschillende punten rakende lijnen. Wijl de kromme uit den bundel, die $A\omega_1$ in een van ω_1 verschillend punt raakt, dit $A\omega_2$ in een van ω_2 verschillend punt doet, staat het aannemen van het brandpunt A dus gelijk met het aannemen van een lijn a door ω_1, die de kromme in een van dit basispunt verschillend punt aanraakt. Nu bepaalt de bundel van krommen op deze lijn a een involutie van puntenparen, die, zooals men weet, twee dubbelpunten heeft. Anders gezegd:

III. *Er zijn twee krommen* K^3, *die vier in overeenstemming met de eerste stelling willekeurig aangenomen punten* A, B, C, D *tot bestaanbare brandpunten hebben.*

Laat men in verband met deze bekende uitkomst in den boven gevonden bundel die krommen bij elkaar behooren, welke dezelfde brandpunten hebben, dan worden de krommen van dezen bundel involutorisch gepaard. Wat zijn de dubbelelementen van deze krommeninvolutie? Wijst men een kromme uit den bundel aan door haar derde snijpunt V met de lijn in het oneindige, dat, zooals we zagen, het tangentiaalpunt van O, P, Q, R is, dan blijkt aanstonds, dat men de dubbelelementen verkrijgt door dit punt V met ω_1 of ω_2 te laten samenvallen. In het eerste geval zijn $\omega_1 O$, $\omega_1 P$, $\omega_1 Q$, $\omega_1 R$ de vier lijnen a en $\omega_2 S$, $\omega_2 T$, $\omega_2 U$, $\omega_2 \omega_1 = l_\infty$ de vier lijnen b; in het tweede geval zijn $\omega_1 S$, $\omega_1 T$, $\omega_1 U$, $\omega_1 \omega_2 = l_\infty$ de vier lijnen a en $\omega_2 O$, $\omega_2 P$, $\omega_2 Q$, $\omega_2 R$ de vier lijnen b. In elk der beide gevallen vindt men slechts één kromme K^3, omdat elk der lijnen a en b door een tweede basispunt gaat en er slechts één kromme te vinden is, die in een der negen basispunten een bepaalde lijn aanraakt.

Natuurlijk vormen de paren van raaklijnen in een der basispunten bijv. O aan de bij elkaar behoorende krommen van den involutorisch gepaarden bundel een straleninvolutie, die met de krommeninvolutie projectief is. Derhalve zijn de naar de punten ω_1 en ω_2 gerichte

raaklijnen $O\omega_1$ en $O\omega_2$ van de dubbelelementen der krommeninvolutie de dubbelstralen der straleninvolutie van de raaklijnen.

We vinden dus de bekende uitkomst:

IV. *Twee confocale krommen K^3 snijden elkaar loodrecht; haar bestaanbare asymptoten staan loodrecht op elkaar.*

Het laatste volgt hieruit, dat de loodrecht op elkaar staande raaklijnen in O evenwijdig zijn aan de bestaanbare asymptoten.

Bij deze laatste beschouwingen is fig. 1 op den voorgrond getreden. Toch gelden ze ook voor krommen van de tweede soort. In plaats van zeven der negen basispunten van den bundel zijn er dan slechts drie bestaanbaar nl. P, Q (fig. 2) en het snijpunt van de lijn PQ met de machtlijn der cirkels (P) en (Q).

We kunnen ons ook als volgt uitdrukken:

V. *Twee confocale krommen K^3 van de eerste soort snijden elkaar in zeven punten loodrecht; van deze zeven punten liggen er zesmaal drie op een rechte lijn en de overigen op een cirkel. Door elk van vier dezer zeven punten (O, P, Q, R) gaan drie van deze lijnen en drie van deze cirkels; door elk der drie overigen (S, T, U) gaan twee van deze lijnen en vier van deze cirkels.*

Twee confocale krommen K^3 van de tweede soort snijden elkaar in drie punten loodrecht; deze punten liggen op een rechte lijn.

Beschouwt men bij de krommen van de eerste soort de in den bundel voorkomende ontaardingen, dan blijkt onmiddellijk, dat deze in de krommeninvolutie bij elkaar behooren. Immers, de kromme, die uit de lijn OP en den cirkel $QSRT$ bestaat, snijdt de kromme, die uit de lijn QR en den cirkel $OTSP$ bestaat, in de zeven bestaanbare basispunten loodrecht, enz. In het geval van deze twee ontaarde krommen gaan de zijden AB en CD van den vierhoek der bestaanbare brandpunten in de raaklijnen uit P aan cirkel (O) over en vormen de raaklijnen in P aan de beide krommen (d. w. z. de lijn PO en de loodlijn in P op PO) dus de deellijnen van den hoek door de door P gaande zijden van vierhoek $ABCD$ gevormd. Wijl dit bij elk dezer drie paren ontaardingen het geval is — en dit is duidelijk, als men er zich rekenschap van geeft, dat de vier bestaanbare brandpunten zoowel op een der cirkels (P), (Q) als op cirkel (O) kunnen liggen — is dit in het algemeen het geval. We vinden dus:

VI. *In vier snijpunten (O, P, Q, R) van twee confocale krommen K^3 van de eerste soort, worden de beide krommen aangeraakt door lijnen evenwijdig aan de deellijnen van de diagonaalshoeken van den volledigen vierhoek $ABCD$ der bestaanbare brandpunten.*

5. Transformeert men de kromme K^3 door wederkeerige voer-

stralen uit een niet op haar gelegen punt O', dan gaat ze over in een door dit punt gaande bicirculaire kromme van den vierden graad en het eerste geslacht, die we door K^4 voorstellen.

Uit de in den aanhef aangegeven stelling van SALMON volgt dan:

VII. *Door twee willekeurig op K^4 aangenomen punten O', P' gaan vier cirkels, die de kromme elders aanraken; de dubbelverhouding dezer cirkels is van de plaats der punten O', P' op K^4 onafhankelijk.*

Laten we O' en P' in een zelfde punt O' samenvallen, dan vinden we:

VIII. *Onder de cirkels, die K^4 in een gegeven punt O' aanraken, zijn er vier die dit ook elders doen; de dubbelverhouding dezer vier cirkels is onafhankelijk van de plaats van O' op K^4.*

In het bijzondere geval, dat de lijn $O'P'$ der zevende stelling of de raaklijn in O' van de achtste door ω_1 gaat, splitsen de vier cirkels dier stellingen zich. Elk van deze gaat dan over in $O'\omega_1$ en een lijn door ω_2, die de kromme in een van ω_2 verschillend punt aanraakt. De dubbelverhouding der vier cirkels is dan die der raaklijnen door ω_2. Zoo blijkt dan, dat de stelling van HART, die zegt, dat de beide viertallen van raaklijnen uit ω_1 en ω_2 aan K^4 getrokken dezelfde dubbelverhouding hebben, niet op zich zelf staat, doch een bijzonder geval is van meer algemeene stellingen. Trouwens de gelijkheid dier dubbelverhoudingen volgt onmiddellijk uit de gelijkheid van de dubbelverhoudingen der viertallen van raaklijnen a en b aan K^3 in verband met de bekende eigenschappen van de transformatie door weerkeerige voerstralen.

Uit het bovenstaande volgt verder onmiddellijk, dat de zestien brandpunten van K^4, die de getransformeerden zijn van de zestien brandpunten van K^3, als de snijpunten van twee viertallen van lijnen a' en b' door ω_1 en ω_2 in ligging met de brandpunten van K^3 overeenkomen, zoodat alles, wat voor de laatsten gevonden is, ook voor de eersten geldt. Hieruit volgt dan weer:

IX. *Er zijn twee soorten van krommen K^4. Bij de krommen van de eerste soort, die uit twee ovalen bestaan, liggen de vier bestaanbare brandpunten op een cirkel. Bij de krommen van de tweede soort, die slechts één ovaal vertoonen, is elk der bestaanbare brandpunten gelegen op een der drie cirkels van* APOLLONIUS *behoorende bij den driehoek met de drie andere bestaanbare brandpunten tot hoekpunten.*

X. *De krommen K^4, waarbij dezelfde vier co-orthogonale cirkels behooren, vormen een bundel. De basispunten van dezen bundel zijn de punten ω_1 en ω_2 viermaal geteld en acht punten, die driemaal vier aan vier op twee een ontaarde K^4 vormende cirkels liggen. Bij*

krommen van de eerste soort zijn de acht punten en de zes cirkels, bij krommen van de tweede soort zijn vier punten en een cirkel, de cirkel door deze, bestaanbaar [1]*).*

XI. *Er zijn twee krommen* K^4, *die vier in overeenstemming met de negende stelling willekeurig aangenomen punten tot bestaanbare brandpunten hebben.*

XII. *Twee confocale krommen* K^4 *van de eerste soort snijden elkaar in acht punten loodrecht; deze acht punten liggen driemaal vier aan vier op twee cirkels.*

Twee confocale krommen K^4 *van de tweede soort snijden elkaar loodrecht in vier punten, die op een cirkel liggen.*

Voor de Boekerij worden aangeboden:

door den Heer HUBRECHT: „Die Keimblase von Tarsius. Ein Hilfsmittel zur schärferen Definition gewisser Säugethierordnungen", en namens Dr. J. SASSE AZN. „Over Terschellinger schedels":

door den Heer VAN DE SANDE BAKHUIJZEN: „Verslag van den staat der Sterrenwacht te Leiden over het tijdvak van 18 September 1894 tot 15 September 1896";

door den Heer BAKHUIS ROOZEBOOM, namens Dr. W. P. JORISSEN, diens dissertatie getiteld: „Langzame oxydatie van een zuurstofactieveering door Triaethylphosphien, Propionaldehyd en Benzaldehyd".

Wegens het samenvallen van den laatsten Zaterdag in December met het Kerstfeest, zal de eerstvolgende vergadering een week later en dus 2 Januari 1897 worden gehouden.

De vergadering wordt gesloten.

[1]) Uit de door CASEY (zie de verhandeling „On bicircular quartics" in de *Transactions of the R. Irish Akad.*, deel 35) gegeven theorie van deferenten, epicycles en focaalkegelsneden blijkt, dat de raakkoorden van de kromme met de vier cirkels van stelling acht de lijnen zijn, die *O'* met de middelpunten der co-orthogonale cirkels verbinden. Elke lijn door een dier vier punten snijdt iedere kromme van den bundel van stelling tien in twee paren van raakpunten met dubbelrakende cirkels.

(9 December 1896).

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN TE AMSTERDAM.

VERSLAG VAN DE GEWONE VERGADERING DER WIS- EN NATUURKUNDIGE AFDEELING

van Zaterdag 2 Januari 1897.

Voorzitter (waarnemend): de Heer B. J. STOKVIS.
Secretaris: de Heer J. D. VAN DER WAALS.

Het Proces-Verbaal der vorige zitting wordt gelezen en goedgekeurd.

Ingekomen zijn:

1°. Mededeelingen van de Heeren VAN DE SANDE BAKHUIJZEN, KAMERLINGH ONNES en RAUWENHOFF dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen;

2°. Eene uitnoodiging van de „Association philosophique et Société des mathématiciens Tchèques" te Praag ter bijwoning van de viering van den 300-jarigen geboortedag van DESCARTES. Deze uitnoodiging, ook medegedeeld in de Letterkundige Afdeeling was te laat ontvangen om beantwoord te kunnen worden;

3°. Een schrijven van den Heer A. P. MELCHIOR, correspondent der Afdeeling, ter begeleiding van een afdruk van een opstel in het Tijdschrift 1895—1896 van de Afdeeling N.-I. van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs. In dat opstel komen mededeelingen voor betreffende op Java verrichte regenwaarnemingen die ook uit een meteorologisch standpunt van belang zijn te achten.

De waarnemende Voorzitter herinnert aan het overlijden van het buitenlandsch Lid, den Heer E. DU BOIS REYMOND en wijdt eenige waardeerende woorden aan zijne nagedachtenis.

Anatomie. — De Heer VAN WIJHE geeft de volgende mededeeling naar aanleiding zijner „*Demonstratie van eenige met behulp van formol gefixeerde anatomische praeparaten*".

Het doel waarnaar gestreefd wordt bij het conserveeren van een anatomisch praeparaat is voornamelijk tweeledig:

1°. het bewaren van den vorm en 2°. het bewaren van de natuurlijke kleur van het object.

Terwijl het oude middel, de alcohol, aan den eersten eisch vrij goed voldoet, gaat hierbij de kleur meestal te gronde. Na korten tijd is het object geheel wit en zijn dientengevolge tal van bizonderheden niet meer zichtbaar. Het formol — eene oplossing van ongeveer 40 pCt. formaldehyde in water — dat in de laatste jaren in gebruik gekomen is, conserveert niet alleen den vorm beter dan de alcohol, maar geeft ook een middel aan de hand om de natuurlijke kleur te bewaren. De behandeling geschiedt in drie tempo's:

1°. Het niet uitgewasschen praeparaat komt minstens 24 uren in 5 pCt. formol. De natuurlijke kleur verdwijnt en maakt plaats voor eene grijze tint.

2°. Het praeparaat, dat even afgespoeld kan worden, komt nu 24 uren in sterken alcohol (van circa 96 pCt.). De natuurlijke kleur keert nagenoeg terug.

3°. Het praeparaat wordt hierop blijvend geconserveerd in een mengsel van gelijke deelen water, glycerine en sterken alcohol die 3 pCt. carbol bevat.

In de literatuur wordt in plaats van dit laatste mengsel opgegeven eene vloeistof, bestaande uit gelijke deelen glycerine en water. Deze vloeistof is zeer kleverig en na weinig maanden zag spreker de praeparaten daarin door schimmelvorming bederven.

Spreker heeft daarom het sub 3 opgegeven mengsel met gunstig resultaat beproefd; het is nagenoeg niet kleverig en het antisepticum, dat waarschijnlijk ook wel door boorzuur, salicylzuur, thymol, kamfer, etc. te vervangen is, belet de schimmelvorming.

Spreker laat het verschil zien der op deze wijze behandelde praeparaten met die, welke enkel in alcohol geconserveerd zijn bij eene doorgesneden nier, eene schijf, gezaagd uit den bevroren arm van een volwassen man en een doorgezaagd femur van een pasgeboren kind. De met formol behandelde praeparaten, die minstens een jaar oud waren, bleken niet merkbaar van kleur veranderd te zijn, terwijl de enkel met alcohol geconserveerde voorwerpen geheel verbleekt waren.

Anatomie. — De Heer VAN WIJHE biedt aan eene mededeeling *„Over de opvatting eener spinale zenuw als complex van twee zelfstandige zenuwen".*

Bij den mensch en in 't algemeen bij de gewervelde dieren ontspringen de spinale of ruggemergszenuwen met twee wortels, een dorsalen of achtersten en een ventralen of voorsten wortel.

De dorsale zwelt op tot een spinaalganglion en is in 't algemeen sensibel, de ventrale heeft geen ganglion en is in 't algemeen motorisch. Hij vereenigt zich met den dorsalen wortel even voorbij het ganglion tot eene gemengde zenuw.

Het spinaalganglion is het genetische en trophische centrum van den dorsalen wortel. De zenuwdraden van dezen ontstaan voor 't meerendeel als uitloopers der cellen van het ganglion en gaan bij vernietiging van dat ganglion te gronde. Bij den ventralen wortel ligt het genetische en trophische centrum in den voorsten hoorn der grijze stof van 't ruggemerg.

Er zijn maar twee groepen van gewervelde dieren en wel de laagste in de reeks, op welke dit schema niet van toepassing is nl. de groep der Acraniers, waartoe Amphioxus behoort en de Petromyzonten of Prikken. Bij deze komt de vereeniging van den dorsalen en ventralen wortel niet tot stand en vindt men in plaats

daarvan twee zelfstandige zenuwen: eene dorsale en eene ventrale.

Volgens eene bekende hypothese van Balfour zouden de spinale zenuwen phylogenetisch niet twee wortels, een sensibelen en een motorischen gehad hebben, maar slechts een enkelen sensu-motorischen wortel, die zich in den loop der tijden in tweeën zou hebben gesplitst. Bij de zenuwen van het hoofd zoude deze splitsing uitgebleven zijn.

In een artikel, in 1882 in de verhandelingen dezer academie gepubliceerd, heb ik deze opvatting bestreden en getracht aan te toonen, dat de zaak veeleer omgekeerd is; dat de primitieve toestand niet was één zenuw met één wortel, die zich naderhand in tweeën scheidde, maar dat iedere spinale zenuw oorspronkelijk gerepresenteerd werd door twee geheel gescheiden zenuwen, eene dorsale en eene ventrale, die zich secundair vereenigd hebben en daardoor den indruk van eene eenheid teweeg brengen.

Voor deze opvatting voerde ik voornamelijk twee gronden aan:

1°. Dat bij Amphioxus, en ik had er bij kunnen voegen ook bij Petromyzon, dus bij de laagste groepen der gewervelde dieren, waar we dus het meest recht hebben een primitieven toestand te verwachten, in plaats van eene enkele spinale zenuw met twee wortels overal twee zelfstandige, geheel gescheiden zenuwen, eene dorsale en eene ventrale aanwezig zijn.

2°. Dat ook bij de hoogere dieren de twee wortels geheel zelfstandig worden aangelegd en zich eerst in latere phasen der ontwikkeling met elkaar verbinden. Die verbinding is dus eene gewone *ansa*, eene anastomose van twee zenuwen, die niets met elkaar te maken hebben, maar waarvan de vezels zich zoo ineen vlechten, dat ze anatomisch niet meer te scheiden zijn.

Bij de zenuwen van het hoofd, de cerebrale zenuwen, zijn volgens deze opvatting, ook bij de hoogere dieren en den mensch, ten gevolge van de groote verschuivingen, die bij de ontwikkeling in het hoofd plaats vinden, de ventrale en dorsale zenuw niet tot vereeniging gekomen.

Ventrale zenuwen van het hoofd:	*Dorsale zenuwen van het hoofd:*
III, n. oculomotorius.	V, n. trigeminus.
IV, n. trochlearis.	VII en VIII, n. acustico-facialis.
VI, n. abducens.	IX, n. glossopharyngeus.
XII, n. hypoglossus.	X en XI, n. accessorio-vagus.

De ventrale zenuwen van hoofd en romp zijn allen myotoomzenuwen; elke ventrale zenuw verzorgt de spiermassa van een myo-

toom en geen enkele geeft takken af aan de huid of de slijmvliezen. De dorsale zenuwen daarentegen geven de sensibele takken af aan de huid en de slijmvliezen, terwijl voor het hoofd kon worden aangetoond, dat ze ook spieren verzorgen, doch spieren, die niet ontstaan uit de myotomen maar uit de zijplaten.

Ik sprak het vermoeden uit, dat ook aan den romp de dorsale wortels wel de spieren der zijplaten zouden verzorgen.

Nu zijn deze spieren aan den romp niet dwarsgestreept, niet willekeurig bewegelijk — wat aan het hoofd grootendeels wèl het geval is — maar glad, ze vormen de onwillekeurig contractiele vezels van het vaatstelsel en het darmstelsel met zijn derivaten. Wegens de innige verbinding van ventralen en dorsalen wortel was het anatomisch niet na te gaan, welke van beide wortels aan den romp de gladde spieren verzorgt, maar physiologisch moest dit zijn uit te maken. Mijne pogingen, een paar physiologen tot een dergelijk onderzoek over te halen, waren echter te vergeefs.

Anatomisch kon dit onderzoek alleen geschieden bij Petromyzon of Amphioxus, n.l. bij die gewervelde dieren, bij welke de beide wortels het geheele leven gescheiden, zelfstandige zenuwen zijn en in 1892 gelukte het aan HATSCHEK [1]) te Praag en aan mij [2]) om bij Amphioxus te vinden, dat dorsale rompzenuwen ook zijplaatspieren innerveeren. Korten tijd daarna publiceerde de physioloog STEINACH [3]) te Praag, daartoe opgewekt door het resultaat van HATSCHEK, dat bij den kikker de spieren van het darmkanaal werkelijk grootendeels door dorsale wortels geïnnerveerd worden, zoodat, althans bij den kikker, de dorsale zenuwen van den romp niet zuiver sensibel zijn, maar ook enkele motorische vezels bevatten voor de spieren der zijplaten.

Bij hoogere dieren is dit, voor zoover ik weet, nog niet geconstateerd. Wel hebben hier langs histologischen weg LENHOSSÈK, CAJAL en VAN GEHUCHTEN in de dorsale wortels enkele vezels gevonden, die niet uit cellen van het spinaalganglion, maar uit cellen van het ruggemerg ontspringen, evenals de vezels der ventrale wortels. Naar analogie met deze zullen die vezels vermoedelijk motorisch zijn, maar bewezen is dit niet.

---

[1]) B. HATSCHEK, Die Metamerie des Amphioxus und des Ammocoetes. Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft, 1892.

[2]) J. W. VAN WIJHE, Ueber Amphioxus. Anatomischer Anzeiger, 1893.

[3]) E. STEINACH, Ueber die motorische Innervation des Darmtractus durch die hinteren Spinalnervenwurzeln Lotos, Bd. 14, 1893. (Vorläufige Mittheilung).

E. STEINACH und H. WIENER, Motorische Funktionen hinterer Spinalnervenwurzeln. PFLÜGER's Archiv für die gesammte Physiologie, Bd. 60, 1895. (Ausführlicher Bericht).

Wat den ventralen wortel betreft, deze geldt algemeen als zuiver motorisch, doch nu althans bij enkele dieren aangetoond is, dat de dorsale wortel niet zuiver sensibel is maar ook eenige motorische vezels bevat, doet zich van zelf de vraag voor, of de ventrale wortel, die oorspronkelijk toch ook eene zelfstandige zenuw was, niet eenige sensibele vezels zou bevatten. Die sensibele vezels zullen wel niet voor de huid of de slijmvliezen bestemd zijn, maar zouden zij niet vezels zijn voor het spiergevoel en peesgevoel ?

Dit physiologisch te onderzoeken, zal wel moeilijk gaan en anatomisch is men om bovengenoemde redenen weer beperkt tot Amphioxus en de Petromyzonten. Ik heb mij eenige jaren geleden veel moeite gegeven, dit bij Amphioxus uit te maken en kon toen bij toepassing der methode van GOLGI eenige malen waarnemen, dat sommige vezels der ventrale zenuwen niet eindigden op de spierplaten, maar aan de bindweefselplaten, de septa, die tusschen de myotomen zijn uitgespannen en waaraan de uiteinden der spierfibrillen bevestigd zijn.

De motorische eindigingen zijn bij Amphioxus zeer karakteristiek: De zenuwvezel eindigt in een driehoekig plaatje, dat aan de basis min of meer uitgerafeld is en enkele malen kon ik deze eindiging ook aan het bindweefselseptum waarnemen. Ik meen hieruit te mogen afleiden, dat althans bij Amphioxus de ventrale zenuw niet zuiver motorisch is, maar ook enkele sensibele vezels bevat, die dienen om het peesgevoel te geleiden. Aan den anderen kant heb ik nooit kunnen waarnemen, dat de dorsale zenuw vezels afgaf, die in het myotoom binnendrongen of aan het bindweefselseptum eindigden. Ik kom dus tot het besluit, dat althans bij Amphioxus DE VENTRALE ZENUW NIET ALLEEN DE MOTORISCHE, MAAR OOK DE SENSIBELE ZENUW VAN HET MYOTOOM IS.

Ik mag hier misschien aan toevoegen, dat deze eindigingen der ventrale zenuwvezels bij Amphioxus zeer herinneren aan de „cônes de croissance", de einden der voortgroeiende ascylinders, die CAJAL bij embryo's van hoogere gewervelde dieren ontdekt heeft en ook door RETZIUS, VAN GEHUCHTEN en anderen zijn waargenomen. Amphioxus vertoont in dit opzicht blijvend een toestand, die bij hoogere dieren alleen in phasen der ontwikkeling wordt waargenomen.

Van veel belang acht ik het, dat eene ventrale zenuw zich streng aan haar myotoom houdt; dat zij uitsluitend dat myotoom en de derivaten, waarin het zich later splitst innerveert. Wat mij persoonlijk betreft, heb ik dit nooit anders gevonden. Uit de literatuur zijn mij wel enkele weinige gevallen bekend, waarin werd

opgegeven, dat eene enkele zenuw meer dan één myotoom zou verzorgen, maar dit is voor zoover ik weet nergens behoorlijk geconstateerd en in vele gevallen is deze bewering bij nader onderzoek onjuist gebleken.

Men moet zich echter wachten voor de meening, dat nu ook de dorsale, grootendeels sensibele zenuw, b.v. enkel dat gedeelte van de huid zou verzorgen, hetwelk het myotoom bedekt. Dit is volstrekt niet het geval. Een enkele blik op een Amphioxus, waarvan men de epidermis heeft verwijderd, is voldoende om de onjuistheid van zulk eene meening te doen inzien.

De dorsale zenuw treedt door het septum tusschen twee myotomen naar de huid en kan daarom ook septale zenuw heeten in tegenstelling met de ventrale of myotoomzenuw, maar terwijl de ventrale zenuw streng tot haar myotoom beperkt is, verzorgt de dorsale of septale zenuw ook deelen der huid van de naburige myotomen en dit geldt bij hoogere dieren in nog ruimere mate.

Het is hierbij dus van veel belang onderscheid te maken tusschen de beide componenten van eene spinale zenuw. Het geeft aanleiding tot veel verwarring wanneer men dit niet doet en de spinale zenuw als eene eenheid opvat. Hierdoor is b. v. HIS[1]) tot de volgende uitspraak gekomen (l. c. p. 450): „Fassen wir wiederum die Hauptergebnisse zusammen, so ist es sicher, dass die meisten Kopfnerven ihre Hauptverbreitungsgebiete in dem zunächst liegenden Metamerenbezirke finden, allein Verbreitungsgebiet und Metamerenbezirk decken sich im Allgemeinen nicht. Bald sind jene ausgedehnter, bald beschränkter als diese, bald verschieben sich auch beiderlei Gebiete gegen einander. Einzelne Nerven, wie die N. n. accessorius und hypoglossus halten sich überhaupt an keine Metamerengebiete."

Ik moet hierbij opmerken, dat deze uitspraak voor den. n. accessorius juist is, hij is eene dorsale zenuw, maar voor den n. hypoglossus bepaald onjuist; deze behoort tot de myotoomzenuwen; zijne dorsale wortels zijn geaborteerd en dat hij niet tot een enkel myotoom beperkt is, laat zich verklaren uit het feit, dat de zenuw ontstaat door versmelting van meer dan éene myotoomzenuw.

HIS vervolgt: „Alle diese Verhältnisse und zahlreiche derselben Art bleiben so lange befremdend, als man von der Voraussetzung einer geheimnissvollen inneren Beziehung zwischen den Metameren und ihren Nerven ausgeht . . . . Der Metamerenbegriff vermag eine wichtige Handhabe zum Verständniss organischer Formen zu sein

[1]) W. HIS, Die morphologische Betrachtung der Kopfnerven. Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte, anatomische Abtheilung, 1887.

wenn wir ihn auf die Entwickelungsbedingungen der Theile zurückführen. Fassen wir aber denselben als ein starres Schema auf, so wird er zum wissenschaftlichen Hemmschuh, welcher die freie Bewegung der Forschung stört und diese nur allzu leicht in falsche Bahnen leitet."

Ik moet hiertegen aanvoeren, dat er van eene „*geheimnissvolle* Beziehung" tusschen zenuw en metameer geen kwestie is.

Wanneer men maar het geschikte object neemt, n. l. de laagste gewervelde dieren of jonge embryo's van hoogere vóór de vereeniging van dorsalen en ventralen wortel, dan kan men ad oculos demonstreeren, dat elke ventrale wortel tot een enkel myotoom beperkt is en dat voor dezen dit schema zoo „starr" mogelijk is.

Neemt men echter ook den dorsalen wortel in zijne beschouwingen op, of beschouwt men de spinale zenuw als eene eenheid, dan zou men HIS gelijk moeten geven en kan men enkel zeggen, dat eene spinale zenuw in den regel ongeveer het gebied verzorgt van het metameer waartoe zij behoort.

Nu doet zich de vraag voor, tot welk myotoom moet eene dorsale zenuw gerekend worden? Zij treedt naar de huid in het septum tusschen twee myotomen. Moet de zenuw nu gerekend worden te behooren bij het myotoom dat haar onmiddellijk voorafgaat of bij hetgeen haar onmiddellijk volgt? Of liever, om de vraag concreter te stellen: Vereenigt zich bij de werveldieren — met uitzondering van Amphioxus en de Petromyzonten — de dorsale zenuw met de voorgaande ventrale of met de volgende? A priori is zoowel het eene als het andere geval denkbaar. Vermoedelijk zal dit afhangen, van de richting waarin zich de myotomen verschuiven n. l. of deze verschuiving naar voren (kopwaarts) of wel naar achteren (staartwaarts) geschiedt.

Nemen wij aan, de myotomen verschuiven zich wat naar voren, dan zal eene dorsale zenuw zich vermoedelijk verbinden met de *volgende* ventrale. Maar indien omgekeerd in den loop der ontwikkeling de myotomen zich wat naar achteren verschuiven, dan zal de verbinding waarschijnlijk plaats vinden met de *voorafgaande* ventrale.

Welke van de twee mogelijkheden nu gerealiseerd is, moet door waarneming bij de hoofdgroepen der gewervelde dieren worden vastgesteld.

Hieromtrent bestaan waarnemingen van HATSCHEK. Deze onderzoeker zegt in een artikel in den „Anatomischer Anzeiger" van 1893: „In meinem Vortrage über die Metamerie des Amphioxus und des Ammocoetes kam ich zu dem Schlusse .... dass eine

hintere Wurzel sich mit der *vorangehenden* (cranialwärts gelegenen) vorderen Wurzel verbinde . . . .

DIESE ANSICHT IST IRRIG. Die hintere Wurzel verbindet sich bei allen höheren Wirbelthieren normalerweise mit der nachfolgenden (caudalwärts gelegenen) vorderen Wurzel und ihre Aeste folgen dem vorderen Myoseptum. Dies ist in besonders klarer Weise bei den einfachen Verhältnissen der Amphibienlarven zu erweisen. Auch die Selachier und die anderen Fische verhalten sich typisch übereinstimmend, wenn auch die Verhältnisse hier schwieriger zu überblicken sind und eine genauere Darlegung erfordern".

Volgens HATSCHEK zou dus bij alle gewervelde dieren, bij welke de vereeniging van den dorsalen met den ventralen wortel tot stand komt, dus bij allen op de twee genoemde uitzonderingen na, de dorsale wortel zich vereenigen met de *volgende* ventrale en niet met de *voorgaande*.

Dat dit bij Amphibienlarven gemakkelijk te constateeren is, kan ik voor larven van watersalamanders bevestigen, maar bij Selachiers kom ik tot het omgekeerde resultaat.

Aanvankelijk onderzocht ik volwassen exemplaren, maar kreeg hier geen zekerheid omdat de septa zoovele knikkingen vertoonden en zoo dicht opeen lagen, terwijl de sensibele zenuwen zoo fijn waren, dat het mij bij ontleding met het mes niet gelukte met zekerheid te constateeren, of de septale zenuw voor of achter het myotoom, waarbij de ventrale wortel behoorde, naar de huid liep. Zeer jonge embryo's waren ook niet geschikt, omdat bij deze de sensibele vezels zelfs met het mikroskoop niet in de septa te vervolgen waren. Embryo's van 14—15 m.m. lengte bleken echter voor het doel bruikbaar en bij deze kon ik duidelijk waarnemen, in tegenstelling met de bewering van HATSCHEK en in tegenstelling met de feiten bij Amphibienlarven, dat de huidtakken der spinale zenuwen verloopen in het septum *achter* het myotoom dat door de gemengde zenuw verzorgd wordt, dat dus bij Selachiers de ventrale wortel zich vereenigt met de *volgende* dorsale en niet zooals HATSCHEK opgeeft met de *voorafgaande*.

Wat nu de andere diergroepen betreft, ik onderzocht met een ander doel in het nu grootendeels afgeloopen jaar het zenuwstelsel van volwassen Myxinen, waarvan ik uitstekend geconserveerde exemplaren door de welwillendheid van Prof. LECHE te Stockholm gekregen had.

Deze dieren zijn na verwant aan de Petromyzonten en worden daarmede in den regel in ééne groep: de Cyclostomen, samengevat.

Het is bij zoo naverwante dieren merkwaardig, dat de vereeniging

der beide zenuwwortels, die bij de Petromyzonten niet aanwezig is, bij de Myxinen tot stand is gekomen en het is mij gebleken, dat deze vereeniging geschiedt *niet* zooals bij de Amphibien, maar op dezelfde wijze als bij de Selachiers.

Wat de hoogere dieren betreft, heb ik getracht de zaak bij embryo's van kippen na te gaan. Op sagittale sneden door embryo's van 9 broeddagen was duidelijk te constateeren. dat de ramus communicans, de tak naar het sympatisch ganglion, verliep in het septum vóór het myotoom, dat door de gemengde zenuw geïnnerveerd werd. Dit wijst meer op eene overeenkomst met Amphibien dan met Selachiers en Myxinen.

Het verschijnsel, dat bij eenige groepen van gewervelde dieren een dorsale wortel zich vereenigt met de *volgende* ventrale en bij andere groepen met de *voorafgaande* ventrale, is m. i. een nieuw bewijs voor de stelling, dat dorsale en ventrale wortel oorspronkelijk geheel zelfstandige zenuwen zijn, die eerst secundair eene verbinding hebben aangegaan.

Ten opzichte van de dorsale zenuwen van het hoofd moet ik omtrent den n. trigeminus en den n. accessorio-vagus nog enkele opmerkingen maken.

De n. trigeminus heeft lang gegolden als het type van eene spinale kopzenuw.

Men kan namelijk ook een sensibelen wortel, de portio major, met ganglion en een motorischen, de portio minor, onderscheiden. Beide wortels verbinden zich tot eene zenuw, die althans ten deele gemengd is. De overeenkomst met eene spinale zenuw is echter maar schijn, want de n. trigeminus wordt in toto als een enkele dorsale wortel aangelegd, wiens motorische vezels later een afzonderlijken bundel vormen: de portio minor. Ook verzorgt de n. trigeminus geen myotoomspieren, maar enkel zijplaatspieren; zijn motorische vezels zijn dus geen elementen van eene myotoomzenuw of ventrale zenuw.

De n. accessorio-vagus is, wat den n. accessorius betreft, wel de zonderlingste van alle zenuwen van het hoofd. Hij ontspringt toch geheel anders als de overige zenuwen, n. l. tusschen de dorsale en ventrale wortels der 5 bovenste halszenuwen en verder naar boven tot aan de plaats waar de n. vagus uit het verlengde merg treedt. Hij ligt dorsaal van het lig. denticulatum en daaruit zou men vermoeden, dat men met eene dorsale zenuw te doen had; dit wordt bevestigd door de ontwikkeling en ook door de innervatie, want een der beide spieren, die de n. accessorius bij den mensch verzorgt, de m. trapezius, is bij lagere dieren duidelijk eene zijplaatspier.

De n. accessorius is enkel bij de Amnioten als zelfstandige zenuw

aanwezig; bij de Anamnia vormt hij een deel van den n. vagus, zooals o. a. blijkt uit de innervatie van den m. trapezius door den n. vagus bij deze dieren. Het komt mij voor, dat de n. accessorius, van zijn oorsprong in de bovenste helft van 't halsmerg af, tot aan de plaats van uittreding van den n. vagus toe, geen periphere zenuw is, maar eene centrale baan van den n. vagus, die door onbekende redenen buiten de peripherie van het centrale zenuwstelsel gedreven is.

Deze voorstelling mag op het eerste gezicht wonderlijk lijken, omdat de n. accessorius zoover langs het halsmerg naar beneden reikt, maar we hebben eene analoge lange baan, hoewel niet zóó lang, in den centralen spinalen wortel van den n. trigeminus, die toch ook een eind tot in het halsmerg reikt. Werd nu deze baan door een of andere kracht naar buiten gedreven, dan zou de n. trigeminus een lang, schijnbaar peripheer wortelbundel bezitten, analoog aan het proximale stuk van den n. accessorius. Uit ons oogpunt beschouwd doet het niet ter zake, dat dit bundel van den n. trigeminus niet motorisch, maar sensibel zoude zijn. Overigens bezit de n. trigeminus langs den aquaeductus Sylvii ook een vrij lang motorisch wortelbundel, waarop men eene analoge beschouwing zoude kunnen toepassen.

Wiskunde. — De Heer JAN DE VRIES spreekt over „*Versnellingen in een vlak stelsel*".

Zijn x, y de coördinaten van een punt P van een vlak stelsel t. o. v. een vast assenkruis, ξ, η zijn coördinaten t. o. v. een tot het bewegende stelsel behoorend assenkruis, en is φ de hoek tusschen x-as en ξ-as, dan gelden de verg.:

$$x = x_0 + \xi \cos \varphi - \eta \sin \varphi$$
$$y = y_0 + \xi \sin \varphi + \eta \cos \varphi .$$

Door differentiatie en eliminatie van ξ, η vindt men hieruit, als x_2, y_2 de coördinaten zijn van het punt J_0, waarvoor, op het tijdstip t, de versnelling j nul is (*versnellingspool*), de betrekkingen

$$j_x = -\omega^2 (x - x_2) - \omega' (y - y_2)$$
$$j_y = -\omega^2 (y - y_2) + \omega' (x - x_2),$$

waar ω de hoeksnelheid om den *pool* V_0 (punt met snelheid nul) voorstelt, en $\omega' = \frac{d\omega}{dt}$.

Laten de punten $A\,(x_a, y_a)$ en $B\,(x_b, y_b)$ zoo gekozen zijn, dat, voor het willekeurige punt P,

$$j_x = -\,\omega^2\,(x - x_a) - \omega'\,(y - y_b)$$
$$j_y = -\,\omega^2\,(y - y_a) + \omega'\,(x - x_b),$$

dan is blijkbaar

$$\frac{x_a - x_2}{y_b - y_2} = -\,\frac{y_a - y_2}{x_b - x_2} = -\,\frac{\omega'}{\omega^2}.$$

oert men poolcoördinaten (ϱ, θ) in, met J_0 als pool, dan is dus

$$\frac{\varrho_a \cos\theta_a}{\varrho_b \sin\theta_b} + \frac{\varrho_a \sin\theta_a}{\varrho_b \cos\theta_b} = 0,$$

zoodat

$$\theta_b - \theta_a = \pm\,\frac{\pi}{2},$$

en

$$\varrho_a : \varrho_b = |\omega'| : \omega^2.$$

M. a. w. „Is $\triangle\, A\,J_0\,B$ rechthoekig in J_0, terwijl $A\,J_0 : B\,J_0 = |\omega'| : \omega^2$, „dan kan de versnelling van eenig punt P zoo in twee vectoren „j_a en j_b ontbonden worden, dat j_a langs PA gericht en gelijk aan „$\omega^2 . PA$ is, terwijl j_b door $\omega' . PB$ wordt voorgesteld, en op PB lood„recht staat".

Blijkbaar zijn A en B toegevoegde punten in twee rechtstreeks gelijkvormige stelsels, waarvoor J_0 het dubbelpunt is.

De cirkel, op AB als middellijn beschreven, is de m. pl. der punten, wier versnelling door A gaat.

Het punt, waarvan de versnellingsvector door twee gegeven punten A_1, A_2 gaat, is derhalve het tweede snijpunt der cirkels, die op A_1B_1 en A_2B_2 als middellijnen worden beschreven; J_0 is natuurlijk een der snijpunten.

Zijn T en U de punten, welke aan den pool V_0 worden toegevoegd, naar gelang men dit punt beschouwt als een punt A of als een punt B, dan is J_0 de projectie van V_0 op TU, terwijl $V_0T \perp V_0U$.

Verder kan gemakkelijk aangetoond worden, dat elke der *isoklinen* (cirkels door de polen V_0 en J_0, dus m. pl. van punten, waarvoor snelheid en versnelling een constanten hoek vormen) de rechten V_0T en V_0U achtereenvolgens in een punt A en een punt B snijdt.

In de cirkels $V_0\,J_0\,T$ en $V_0\,J_0\,U$ herkent men de beide door Bresse gevonden m. pl. van punten die enkel normale versnelling, of enkel tangentiale versnelling bezitten.

Graadmeting. — De Heer J. A. C. OUDEMANS doet eene korte mededeeling betreffende den inhoud der vijfde aflevering (Abtheilung) van zijn verslag over de triangulatie van Java, waarvan de beide laatste vellen onder correctie zijn.

Terwijl de vierde aflevering gewijd was aan het primaire driehoekennet, vindt men in de vijfde de resultaten der secundaire triangulatie, volledigheidshalve vereenigd met die der primaire. Van *alle* driehoekszijden zijn namelijk medegedeeld de azimuthen, aan de beide uiteinden, en de afstanden in meters. Hoewel de bedoeling geweest was, deze afstanden bepaaldelijk in mètres des Archives mede te deelen, moesten zij, wegens eene later uitgevoerde berekening van den uitzettings-coëfficiënt van den platina-iridiummeter No. 27, nog eene kleine correctie ondergaan.

Aan het eind van deze aflevering zijn nog twee hoofdstukken bijgevoegd, het eene betreffende de middelbare correctie, die de met universaal-instrumenten van verschillende grootte bepaalde richtingen door de vereffening hebben moeten ondergaan; het andere over de coëfficiënten, waarmede de in deze aflevering in meters uitgedrukte lengte der driehoekszijden vermenigvuldigd moeten worden om ze uit te drukken, *a*) in Mètres des Archives, *b*) in Mètres Internationaux. Uit een nauwgezet onderzoek, waarvan de bijzonderheden in het hoofdstuk worden medegedeeld, heeft spreker afgeleid, dat deze coëfficiënten zeer nabij 1,000 002 en 1,000 004 moeten bedragen. Hoewel het Comité International te Breteuil, op grond van metingen uitgevoerd door eene „Commission mixte" aanneemt, dat de twee genoemde standaardmeters gelijk zijn, hetgeen echter niet door rechtstreeksche vergelijking is gecontroleerd, hebben metingen, door de Nederlandsche metercommissie uitgevoerd, tot het besluit geleid, dat er een verschil van ten minste twee mikrons moet bestaan, in dien zin dat de Mètre International zooveel korter is dan de Mètre des Archives.

Spreker leest de laatste zinsnede van de aflevering voor, waarin de wensch uitgesproken wordt, „dat het Comité International nog kunne besluiten eene reeks rechtstreeksche vergelijkingen van den internationalen met den archiefmeter bij 0° C. en bij hooge temperaturen uit te voeren, opdat de onvolkomenheid, die, tot nog toe, den arbeid van het Comité mixte aankleeft, worde uit den weg geruimd. Het gevaar van het overbrengen der beide meters naar het Conservatoire of van den archiefmeter naar Breteuil kan toch geen ernstig gemeende grond tegen deze zoo zeer gewenschte bepaling zijn, en thans, nu de kopieën van den internationalen meter reeds uitgedeeld zijn, zal de tijd daarvoor, naar te hopen is, wel kunnen gevonden worden".

Aardkunde — De Heer VAN BEMMELEN biedt voor de werken der Akademie aan eene verhandeling van Dr. J. LORIÉ te Utrecht, getiteld: „Mededeelingen omtrent de geologie van Nederland, verzameld door de Commissie voor het Geologisch Onderzoek No. 22", bevattende:

I. De sluisput boven Woudrichem in de afdamming der Maas.
II. Grondboringen om Wageningen.
III. Grondboringen te Winterswijk.
IV. De boringen langs het Merwedekanaal.

De Voorzitter stelt deze in handen van de Heeren VAN BEMMELEN en BEHRENS om daarover in de volgende vergadering verslag uit te brengen.

Wiskunde. — De Heer JAN DE VRIES biedt een opstel aan: „*Ueber geometrische Beweise zahlentheoretischer Sätze*". (Zweite Mittheilung).

7. Im Anschluss an meine, im Sitzungsberichte vom 28. November enthaltene, Mittheilung, sollen nun diejenigen Gitterpunkte mit ungeraden Coördinaten betrachtet werden, welche nicht ausserhalb der von der Hyperbel $xy = 2n-1$ und den positiven Axen OX, OY begrenzten Figur liegen. (Vergl. Figur 1 der ersten Mittheilung).

Für die sprachlichen Punkte ist $x = 2p-1$, $y = 2q-1$ und $(2p-1)(2q-1) \leqq 2n-1$, daher

$$q \leqq \frac{n+p-1}{2p-1} \quad .$$

Demnach trägt die Gerade $x = 2p-1$ eine Anzahl von Gitterpunkten, welche durch

$$E\left(\frac{n+p-1}{2p-1}\right)$$

dargestellt wird.

Beachtet man nun wieder, dass die Hyperbel $xy = 2k-1$ durch $\psi(2k-1)$ Gitterpunkte geht, so liefert die doppelte Abzählung:

$$\sum_{k=1}^{k=n} \psi(2k-1) = \sum_{p=1}^{p=n} E\left(\frac{n+p-1}{2p-1}\right) .$$

Für die Anzahl der Theiler der ungeraden Zahl $2n-1$ ergibt sich hieraus noch

$$\psi(2n-1)=\sum_{p=1}^{p=n} E\left(\frac{n+p-1}{2p-1}\right)-\sum_{p=1}^{p=n-1} E\left(\frac{n+p-2}{2p-1}\right).$$

Hier möge bemerkt werden, dass die im § 1 hergeleitete Relation für eine *beliebige* ganze Zahl die Gleichung

$$\psi(m)=\sum_{x=1}^{x=m} E\left(\frac{m}{x}\right)-\sum_{x=1}^{x=m-1} E\left(\frac{m-1}{x}\right)$$

ergibt.

8. Durch Abzählung der Gitterpunkte mit ungeraden Coordinaten der Figur, welche durch den Cylinder $xy=2n-1$ und die Ebenen $x=z$, $y=0$, $z=0$ begrenzt wird, gelangt man (vergleiche § 2 und Figur 2) zur Beziehung:

$$\sum_{k=1}^{k=n} \Psi(2k-1)=\sum_{p=1}^{p=n}(2p-1)\, E\left(\frac{n+p-1}{2p-1}\right).$$

Für die Summe sämmtlicher Theiler der Zahl $2n-1$ erhält man hieraus

$$\Psi(2n-1)=\sum_{p=1}^{p=n}(2p-1)\, E\left(\frac{n+p-1}{2p-1}\right)-\sum_{-1}^{p=n-1}(2p-1)\, E\left(\frac{n+p-2}{2p-1}\right).$$

Hingegen fliesst aus der im § 2 gefundenen Summenformel für eine beliebige Zahl die Gleichung

$$\Psi(m)=\sum_{x=1}^{x=m} x\, E\left(\frac{m}{x}\right)-\sum_{x=1}^{x=m-1} x\, E\left(\frac{m-1}{x}\right).$$

9. Um zu Relationen für die Anzahl der geraden Theiler einer Zahl $2n$ zu gelangen, sind sämmtliche Gitterpunkte der durch $xy=2n$ bestimmten Figur zu betrachten, für welche $x=2p$, $y=q$ und $2pq \leqq 2n$, daher $q \leqq \frac{n}{p}$.

Bezeichnet man mit $\psi_0(2k)$ die Anzahl der *geraden* Theiler von $2k$, so enthält die Hyperbel $xy = 2k$ offenbar $\psi_0(2k)$ Gitterpunkte der sprachlichen Art.

Beachtet man noch, dass die Gerade $x = 2p$ deren $E\left(\frac{n}{p}\right)$ trägt, so erhellt, dass

$$\sum_{k=1}^{k=n} \psi_0(2k) = \sum_{p=1}^{p=n} E\left(\frac{n}{p}\right).$$

Hieraus ergibt sich noch

$$\psi_0(2n) = \sum_{p=1}^{p=n} E\left(\frac{n}{p}\right) - \sum_{p=1}^{p=n-1} E\left(\frac{n-1}{p}\right).$$

10. Durch analoge Betrachtungen erhält man Relationen für die Anzahl $\psi_1(2n)$ der *ungeraden* Theiler einer *geraden* Zahl $2n$.

Für $x = 2p-1$, $y = 2q$ ist nämlich $(2p-1)\,2q \leqq 2n$, daher $q \leqq \frac{n}{2p-1}$, wonach schliesslich

$$\sum_{k=1}^{k=n} \psi_1(2k) = \sum_{p=1}^{p=\left[\frac{n+1}{2}\right]} E\left(\frac{n}{2p-1}\right).$$

Daher auch

$$\psi_1(2n) = \sum_{p=1}^{p=\left[\frac{n+1}{2}\right]} E\left(\frac{n}{2p-1}\right) - \sum_{p=1}^{p=\left[\frac{n}{2}\right]} E\left(\frac{n-1}{2p-1}\right).$$

11. Mit Rücksicht auf die Formel (vergl. § 1).

$$\sum_{x=1}^{x=2n} \psi(x) = \sum_{p=1}^{p=2n} E\left(\frac{2n}{p}\right)$$

und auf die in § 7 gefundene Relation

$$\sum_{k=1}^{k=n} \psi(2k-1) = \sum_{p=1}^{p=n} E\left(\frac{n+p-1}{2p-1}\right)$$

lässt sich die Gesammtzahl der Theiler aller geraden Zahlen bis $2n$ durch die Differenz zweier Summen von grössten Ganzen darstellen. Weil diese Anzahl andererseits gleich

$$\Sigma\, \psi_0(2k) + \Sigma\, \psi_1(2k)$$

ist, bekommt man mit Hülfe der in den §§ 9 und 10 gefundenen Formeln noch die Relation

$$\sum_{p=1}^{p=2n} E\left(\frac{2n}{p}\right) = \sum_{p=1}^{p=n} E\left(\frac{n+p-1}{2p-1}\right) + \sum_{p=1}^{p=n} E\left(\frac{n}{p}\right) + \sum_{p=1}^{p=n} E\left(\frac{n}{2p-1}\right).$$

12. Durch Abzählungen an der Raumfigur des § 2 erhält man für die Functionen $\Psi_0(2n)$ und $\Psi_1(2n)$, welche die Summe der *geraden* bezw. der *ungeraden* Theiler der Zahl $2n$ bezeichnen, die Gleichungen:

$$\sum_{k=1}^{k=n} \Psi_0(2k) = \sum_{p=1}^{p=n} 2p\, E\left(\frac{n}{p}\right).$$

$$\sum_{k=1}^{k=n} \Psi_1(2k) = \sum_{p=1}^{p=\left[\frac{n+1}{2}\right]} (2p-1)\, E\left(\frac{n}{2p-1}\right).$$

Daher auch

$$\Psi_0(2n) = \sum_{p=1}^{p=n} 2p \left\{ E\left(\frac{n}{p}\right) - E\left(\frac{n-1}{p}\right)\right\}.$$

$$\Psi_1(2n) = \sum_{p=1}^{p=\left[\frac{n+1}{2}\right]} (2p-1) \left\{ E\left(\frac{n}{2p-1}\right) - E\left(\frac{n-1}{2p-1}\right)\right\}.$$

Schliesslich fliesst aus der identischen Relation

$$\sum_1^n \Psi_0(2k) + \sum_1^n \Psi_1(2k) = \sum_1^{2n} \Psi(x) - \sum_1^n \Psi(2k-1)$$

noch die Gleichung

$$\sum_{p=1}^{p=2n} p\, E\left(\frac{2n}{p}\right) = \sum_{p=1}^{p=n} (2p-1)\, E\left(\frac{n+p-1}{2p-1}\right) +$$

$$+ \sum_{p=1}^{p=n} 2p\, E\left(\frac{n}{p}\right) + \sum_{p=1}^{p=n} (2p-1)\, E\left(\frac{n}{2p-1}\right) .$$

13. Es sollen nun die Gitterpunkte abgezählt werden, welche innerhalb einer Figur liegen, deren Begrenzung durch die Fläche $xy = pz$ (p eine *Primzahl*) und die Ebenen $z = o$, $x = p$, $y = p$ gebildet wird.

Die in der Ebene $x = k$ belegenen Gitterpunkte befinden sich innerhalb eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen Katheten bezw. die Länge p und k haben.

Ergänzt man dieses Dreieck zu einem Rechteck mit den Seiten p und k, so enthält die Diagonale (für welche $pz = ky$) jedenfalls keinen Gitterpunkt; die Anzahl der innerhalb des Dreiecks liegenden Punkte ist somit genau die Hälfte der in dem Rechteck vorhandenen Anzahl; sie wird daher durch $\frac{1}{2}(k-1)(p-1)$ dargestellt.

Die Gesammtzahl der Gitterpunkte der sprachlichen Figur beträgt demnach

$$\frac{1}{2}(p-1)\sum_{k=2}^{k=p-1}(k-1) = \frac{1}{4}(p-1)^2(p-2) .$$

Erwägt man, dass die Gerade $x = m$, $y = n$ durch $E\left(\frac{mn}{p}\right)$ Gitterpunkte geht, so ergibt sich die nur für eine Primzahl p gültige Beziehung

$$\sum_{x=1}^{x=p-1} \sum_{y=1}^{y=p-1} E\left(\frac{xy}{p}\right) = \frac{1}{4}(p-1)^2(p-2) .$$

Ersetzt man die Gitterpunkte der Ebene $x = k$ durch die Gitterpunkte des ergänzenden Dreiecks, und beachtet, dass die Anzahl der letzteren Punkte auch durch

$$\sum_{z=1}^{z=k-1} E\left(\frac{pz}{k}\right)$$

dargestellt wird, so gelangt man zur Relation

$$\sum_{x=2}^{x=p-1} \sum_{z=1}^{z=x-1} E\left(\frac{pz}{x}\right) = \frac{1}{4}(p-1)^2 (p-2) .$$

Wiskunde. — De Heer Jan de Vries biedt, namens Prof. L. Gegenbauer te Weenen, voor het Zittingsverslag aan een opstel: „*Ueber die Resultante zweier aufeinanderfolgenden Näherungsnenner eines gewissen regulären Kettenbruchs*". (Auszug aus einem Schreiben an Herrn Jan de Vries).

1. In seiner im 18. Bande der *Acta mathematica* enthaltenen Abhandlung „Ein Beitrag zur Theorie der Legendre'schen Polynome" hat Herr David Hilbert folgenden interessanten Satz bewiesen:

„Die Determinante der quadratischen Form

$$\int_0^1 (a_0 x^{n-1} + a_1 x^{n-2} + \ldots + a_{n-1})^2 dx$$

der n Grössen $a_0, a_1, \ldots, a_{n-1}$ stimmt genau überein mit dem reciproken Werte der Discriminante der Gleichung n^{te} Grades

$$\xi^n + \binom{n}{1}^2 \xi^{n-1} + \binom{n}{2}^2 \xi^{n-2} + \ldots = 0,$$

deren linke Seite sich durch eine lineare Transformation der Veränderlichen ξ in das Legendre'sche Polynom X_n überführen lässt".

Bald darauf habe ich im 6. Jahrgange der „*Monatshefte für Mathematik und Physik*" gezeigt, dass eine analoge Beziehung auch zwischen der Determinante Δ_{n-1} der allgemeineren quadratischen Form

$$\int_\alpha^\beta (a^0 x^{n-1} + a_1 x^{n-2} + \ldots + a_{n-1})^2 \chi(x)\, dx$$

und der Discriminante des n^{ten} Näherungsnenners $\psi_n(x)$ der regulären Kettenbruchentwicklung des Integrales

$$I = \int_\alpha^\beta \frac{\chi(z)\,dz}{x - z}$$

$(\chi(x) > 0$ für alle dem Intervalle $\alpha \ldots \beta$ angehörigen $x)$

besteht, wenn die ersten Ableitungen dieser Nenner den Näherungsnennern einer regulären Kettenbruchentwicklung proportional sind.

Dieser Satz weist, ebenso wie die beiden Theoreme, welche ich Ihnen in meinem letzten Briefe mittheilte, darauf hin, dass derartige Kettenbruchentwicklungen eine besondere Beachtung verdienen.

Ich habe ferner bei dieser Gelegenheit bewiesen, dass ein ähnlicher Zusammenhang zwischen der erwähnten Determinante und der Resultante $R(\psi_n, \psi_{n-1})$ zweier aufeinanderfolgender Näherungsnenner der Kettenbruchentwicklung des genannten Integrales auch dann besteht, wenn die Functionen $\psi_\lambda(x)$ die angegebene Eigenschaft nicht besitzen. Diesen letzten Satz, aus welchem, wie a. a. O. gezeigt ist, der erste unmittelbar folgt, habe ich durch directe Bestimmung der in Betracht kommenden Grössen abgeleitet. Er kann aber auch ohne Kenntnis dieser Werte bewiesen werden, wie ich Ihnen in den folgenden Zeilen zeigen will.

2. Bezeichnet man mit $\varphi_\lambda(x)$ den λ^{ten} Näherungszähler der regulären Kettenbruchentwicklung des Integrales I und mit $x_{n,\mu}$ $(\mu = 1, 2, \ldots n)$ die n Wurzeln von $\psi_n(x)$, so besteht, wie ich auseinandergesetzt habe [1]), für jede ganze Function $f(x)$ von nicht höherem als dem $(2n-1)^{ten}$ Grade die Gleichung

$$\int_\alpha^\beta f(x)\,\chi(x)\,dx = \sum_{\lambda=1}^{\lambda=n} \frac{f(x_{n,\lambda})\,\varphi_n(x_{n,\lambda})}{\psi'_n(x_{n,\lambda})},$$

welche, wegen der Relation

$$\varphi_n(x)\,\psi_{n-1}(x) - \psi_n(x)\,\varphi_{n-1}(x) = 1$$

auch in folgender Weise geschrieben werden kann:

$$\int_\alpha^\beta f(x)\,\chi(x)\,dx = \sum_{\lambda=1}^{\lambda=n} \frac{f(x_{n,\lambda})}{\psi_{n-1}(x_{n,\lambda})\,\psi'_n(x_{n,\lambda})}.$$

---

[1]) „Zur Theorie der mechanischen Quadraturen" (Sitzungsberichte der math. nat. Classe der k. Akad. d. Wiss. in Wien 78. Band).

Daher ist

$$\int_{\alpha}^{\beta}(a_0\, x^{n-1} + a_1\, x^{n-2} + \ldots + a_{n-1})^2\, \chi(x)\, dx = \sum_{\mu,\nu=0}^{\mu,\nu=n-1} C_{\mu,\nu}\, a_\mu\, a_\nu,$$

wo zur Abkürzung

$$\sum_{\lambda=1}^{\lambda=n} \frac{x_{n,\lambda}^{\mu+\nu}}{\psi_{n-1}(x_{n,\lambda})\, \psi'_n(x_{n,\lambda})} = C_{\mu,\nu}$$

gesetzt wurde.

Man hat also

$$\Delta_{n-1} = \left| \sum_{\lambda=1}^{\lambda=n} \frac{x_{n,\lambda}^{\mu+\nu}}{\psi_{n-1}(x_{n,\lambda})\, \psi'_n(x_{n,\ })} \right| \quad (\mu, \nu = 0, 1, 2, \ldots, n-1),$$

oder, auf Grund des Additionstheorems der Determinanten,

$$\Delta_{n-1} = \sum_{\lambda_k=1}^{\lambda_k=n} \begin{vmatrix} 1 & x_{n,\lambda_2} & x^2_{n,\lambda_3} & \ldots & x^{n-1}_{n,\lambda_n} \\ x_{n,\lambda_1} & x^2_{n,\lambda_2} & x^3_{n,\lambda_3} & \ldots & x^{n}_{n,\lambda_n} \\ x^2_{n,\lambda_1} & x^3_{n,\lambda_2} & x^4_{n,\lambda_3} & \ldots & x^{n+1}_{n,\lambda_n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x^{n-1}_{n,\lambda_1} & x^{n}_{n,\lambda_2} & x^{n+1}_{n,\lambda_3} & \ldots & x^{2n-1}_{n,\lambda_n} \end{vmatrix} : \prod_{k=1}^{k=n} \psi_{n-1}(x_{n,\lambda_k})\psi'_n(x_{n,\lambda_k}) =$$

$$= \sum_{\lambda_k=1}^{\lambda_k=n} \frac{x^0_{\lambda_1}\, x^1_{\lambda_2}\, x^2_{\lambda_3} \ldots x^{n-1}_{\lambda_n}}{\prod_{k=1}^{k=n} \psi_{n-1}(x_{n,\lambda_k})\, \psi'_n(x_{n,\lambda_k})} \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & \ldots & 1 \\ x_{\lambda_1} & x_{\lambda_2} & x_{\lambda_3} & \ldots & x_{\lambda_n} \\ x^2_{\lambda_1} & x^2_{\lambda_2} & x^2_{\lambda_3} & \ldots & x^2_{\lambda} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x^{n-1}_{\lambda_1} & x^{n-1}_{\lambda_2} & x^{n-1}_{\lambda_3} & \ldots & x^{n-1}_{\lambda_n} \end{vmatrix}$$

Nun ist aber die letzte Determinante gleich

$$\prod_{(i=1,2,..,n-1)}^{(k=1,2,\ldots n)} \frac{\lambda_i - \lambda_k}{i-k}\, \Delta(x_1, x_2, \ldots x_n),$$

wo $\Delta(x_1, x_2, \ldots x_n)$ das alternierende Differenzenprodukt der Grössen $x_1, x_2, \ldots x_n$ bezeichnet.

Da nun in der letzten Summe nur jene Glieder von Null verschieden sind, in denen $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_n$ eine Permutation der Zahlen $1, 2, \ldots n$ bilden, verwandelt sich die betreffende Relation in die folgende

$$\Delta_{n-1} = \frac{\Delta(x_1, x_2, \ldots x_n)}{\Pi\, \psi_{n-1}(x_n, k)\, \psi'_n(x_n, k)} \sum_{\lambda_k=1}^{\lambda_k=n} \prod_1^n \frac{\lambda_i - \lambda_k}{i-k} x^0_{\lambda_1} x^1_{\lambda_2} \ldots x^{n-1}_{\lambda_n}, (i<k),$$

oder

$$\Delta_{n-1} = \frac{\Delta^2(x_1, x_2, \ldots x_n)}{\prod\limits_1^n \psi_{n-1}(x_n, k)\, \psi'_n(x_n, k)}.$$

Ist a_λ der Coëfficient von x in $\psi_\lambda(x)$, so kann man ersichtlich diese Relation in folgender Form schreiben:

$$\Delta_{n-1} = \frac{(-1)^{\frac{n(n-1)}{2}}}{a_n R(\psi_\lambda(x), \psi'_{n-1}(x))}$$

und dies ist die im Anfange erwähnte Beziehung.

Natuurkunde. — De Heer LORENTZ biedt aan, met eene mondelinge toelichting, namens den Heer Dr. A. SMITS, diens dissertatie, getiteld: „*Untersuchungen mit dem Mikromanometer*", en de volgende mededeeling van den schrijver.

In het Zittingsverslag van 26 Oct. 1895 is de manometer beschreven, die mij in staat stelde de dampspanningsvermindering van zeer verdunde oplossingen bij 0° te meten.

De toestel, waarvan deze manometer het voornaamste deel uitmaakt, is door mij „Mikromanometer" genoemd en beschreven in mijne Dissertatie „Untersuchungen mit dem Mikromanometer".

Reeds vroeger vermeldde ik de methoden, volgens welke de gevoeligheid van den manometer werd bepaald. Op deze wijzen vond ik, dat bij 14° C. 1 mM. uitwijking in mijn manometer gelijk is aan 0,03273 mM. water van de dichtheid 1. Deze grootheid heb ik gevoeligheidsfactor genoemd en gebruikt om de waargenomen uitwijking op mM. water of kwik te reduceeren.

De gevoeligheidsfactor is afhankelijk van de temperatuur. Om zeker te zijn, dat tijdens eene bepaling de temperatuur constant bleef, werd de manometer in een glazen bak geplaatst, waardoor het water van de waterleiding stroomde. De temperatuur van 't water werd bij elke bepaling afgelezen. Om de uitwijkingen steeds tot dezelfde temperatuur te kunnen herleiden, was het noodig den temperatuurcoëfficient te bepalen. Dezen vond ik ten eerste door de gevoeligheid bij verschillende temperaturen te bepalen, en ten tweede door, terwijl de anilineoppervlakken ver van elkaar waren verwijderd, bij verschillende temperaturen hunnen verticalen afstand te meten. Op deze wijzen vond ik, dat de uitwijking bij één graad temperatuursverandering met 2,3 pCt. toe- of afnam.

De wijze van proefneming komt op het volgende neer: Nadat de geheele toestel luchtledig is gepompt, en door P_2O_5 of H_2SO_4 is gedroogd, wordt de stand van den manometer door middel van een kathetometer afgelezen; daarna wordt de verbinding tusschen de beide beenen van den manometer verbroken terwijl dan de eene zijde met zuiver water, en de andere met eene oplossing (beide tot 0° afgekoeld) in verbinding wordt gesteld. De manometer verkrijgt dan eene uitwijking die na eenigen tijd constant is en afgelezen kan worden. Dit is de proef bij verdamping. Ook kan men de proef nemen bij condensatie; dan wordt de waterdamp van water en oplossing in den toestel toegelaten, terwijl de beide beenen van den manometer met elkaar in verbinding staan. Eerst als men aan kon nemen, dat de geheele toestel met waterdamp was gevuld, werd de gemeenschap tusschen de beide beenen van den manometer verbroken. Nu grijpt er condensatie plaats aan den kant der oplossing, tengevolge waarvan de manometer eene uitwijking verkrijgt, die spoedig constant is en afgelezen kan worden.

De resultaten, verkregen op beide wijzen, stemden zeer goed met elkaar overeen. Terwijl bij de proef door verdamping eene geringe hoeveelheid lucht niet schaadt is echter bij de proef door condensatie eene uiterst kleine hoeveelheid lucht voldoende om de condensatie niet volkomen te maken. Steeds diffundeert er aniline door de olie (Delftsche slaolie) en doet al zeer spoedig de spanning in den toestel zoo groot worden, dat de condensatie niet meer volkomen plaats grijpt. Om dit te voorkomen bevinden zich aan mijn toestel nevens bollen met P_2O_5, bollen met geconcentreerd H_2SO_4. Dit H_2SO_4 dient speciaal tot opneming van anilinedamp. Hierbij doet zich het eigenaardig verschijnsel voor, dat deze alléén opgenomen wordt bij tegenwoordigheid van waterdamp. Wil men dus den anilinedamp verwijderen, zoo moet de toestel eerst gevuld worden met waterdamp

en dan droogt men alléén door middel van het geconcentreerde zwavelzuur. De anilinedamp wordt dan zeer snel opgenomen.

Elke proef werd 6 maal herhaald; daarbij liepen de uitwijkingen nooit meer dan 0,1 mM. uiteen, en daar 1 mM. uitwijking gelijk is aan 0,03273 mM. water, ben ik zeker van 0,0033 mM. water of ± 0,00024 mM. kwik.

Achtereenvolgens heb ik proeven genomen met oplossingen van keukenzout, kalium-hydroxyde en rietsuiker.

De proeven met de keukenzoutoplossingen (11 in getal) verliepen tusschen de concentraties van 1,8317 tot 0,01995 gr. mol. per 1000 gr. H_2O; die met de kalium-hydroxyde-oplossingen (10 in getal) tusschen de concentraties van 2,6422 tot 0,01278 gr. mol. per 1000 gr. H_2O; die met de suikeroplossingen (7 in getal) van 1,8821 tot 0,02138 gr. mol. per 1000 gr. H_2O.

Bij het keukenzout en het kalium-hydroxyde nam ik hetzelfde verschijnsel waar, nl. dat de dampspanningsvermindering sneller afneemt dan de concentratie. De i uit de formule van VAN 'T HOFF $i = \frac{p_w - p_s}{p_w} \cdot \frac{N}{n}$ (p_w dampspanning van zuiver water, p_s dampspanning der oplossing, n aantal molekulen der opgeloste stof op N molekulen water) wordt dus grooter bij toeneming der concentratie. Zoo verliep i bij de proeven met keukenzoutoplossingen bij toeneming der concentratie van 1,4 tot 1,771 en bij die met de kalium-hydroxyde-oplossingen bij toeneming der concentratie van 1,5 tot 2,167. — Deze verschillen zijn veel grooter dan de waarnemingsfouten. Bij Na Cl b.v. kan de fout in de kleinste waarde van i hoogstens 0,07 en die in de grootste waarde hoogstens 0,001 bedragen.

Hetgeen hier is waargenomen is geheel in strijd met hetgeen men volgens de theorie der electrolytische dissociatie zou verwachten. Reeds verscheidene waarnemers hadden hetzelfde verloop gevonden bij grootere concentraties, doch juist omdat de door hen gebruikte oplossingen geen *zeer* verdunde oplossingen konden heeten, hechtte men aan het verkregen resultaat niet zeer veel waarde, terwijl men aanvoerde, dat de theorie der electrolytische dissociatie alléén geldt voor zeer verdunde oplossingen en dat het dus zeer wel mogelijk was, dat een onderzoek van zoodanige oplossingen het verwachte resultaat zou opleveren. Dit kan nu echter naar mijne meening niet meer aangevoerd worden, daar de meest geconcentreerde oplossing 2,6422 en de meest verdunde 0,01278 gr. mol. per 1000 gr. water bevatte.

Bij de proeven met de suikeroplossingen werden voor i met uit-

zondering van de grootste concentratie waarden verkregen, die uiterst weinig van 1 verschillen. Alleen bij de grootste concentratie werd voor i 1,115 gevonden.

Ten slotte wensch ik nog mede te deelen, dat het opmerkelijk is, dat, als wij aannemen dat zich in eene keukenzoutoplossing niet bevinden molekulen Na Cl maar molekulen Na Cl + 2 H_2O, wij voor i uit de formule $i = \frac{p_w - p_s}{p_w} \cdot \frac{N - 2n}{n}$ eene nagenoeg constante waarde vinden van 1,65. Ook bij de proeven met KOH-oplossingen genomen, vinden wij voor i eene nagenoeg constante waarde van 1,65, als wij aannemen dat zich in oplossing bevinden molekulen KOH + 5 H_2O. De coëfficient i wordt dan berekend uit de formule $i = \frac{p_w - p_s}{p_w} \cdot \frac{N - 5n}{n}$.

Alleen bij de twee meest verdunde oplossingen is voor i gevonden 1,4 en 1,5, doch hier ben ik door de waarnemingsfout niet zeker van 0,1 in i.

Het onderzoek is verricht in het Natuurkundig Laboratorium der Universiteit te Utrecht.

Natuurkunde. — De Heer LORENTZ biedt, namens den Heer Dr. V. A. JULIUS te Utrecht, voor het Zittingsverslag aan een opstel: „*Over de vraag of de maximum-spanning van een damp alleen afhangt van de temperatuur.*"

Bij de voorloopige proeven van den Heer A. SMITS[1]) met den mikromanometer deed zich een opvallend verschijnsel voor. Voor de bijzonderheden van de inrichting van den toestel verwijs ik naar zijn beschrijving. Ik breng hier slechts in herinnering dat men twee bolletjes P en Q in gemeenschap kon brengen hetzij onderling en tevens met de beide beenen van den manometer, hetzij P met het eene been en Q met het andere. Overigens kon men P en Q van den manometer afsluiten, en toch de beenen onderling in verbinding laten, terwijl men naar willekeur kolven met phosphorpentoxyde of zwavelzuur in gemeenschap kon brengen met de ruimte boven den manometer.

Het bolletje P bevatte een oplossing van keukenzout, het bolletje Q zuiver water. Beide waren geplaatst in fijn gestampt ijs. Men had, terwijl de geheele toestel luchtledig was gemaakt, P en Q onderling en tevens met den geheelen toestel, behalve de droogkolven,

---

[1]) A. SMITS, Untersuchungen mit dem Mikromanometer, Inaugural-Dissertation. Utrecht 1896. Zie ook de voorgaande mededeeling.

in verbinding gesteld. De geheele toestel was dus gevuld met waterdamp; de spanning ervan zal iets kleiner geweest zijn dan de maximum-spanning voor zuiver water bij 0°; iets grooter dan de maximum-spanning voor de zoutoplossing, terwijl waarschijnlijk eenig zuiver water aan de oppervlakte van de zoutoplossing gecondenseerd werd.

De gemeenschap tusschen *P* en *Q* werd verbroken, evenals die tusschen den manometer en het overige deel van den toestel, daarentegen werd *P* in verbinding gesteld met het eene been van den manometer, *Q* met het andere.

De verwachting was dat in het bolletje *P* condensatie zou plaats grijpen tot dat de spanning van den waterdamp gelijk was geworden aan de maximum-spanning voor de zoutoplossing. Het doel toch van het geheele onderzoek van den Heer SMITS was de bepaling van de dampspanningsverlaging tengevolge van de aanwezigheid in het water van eenige opgeloste stof. Intusschen, er gebeurde niets; de manometer wees geen standsverandering aan. Natuurlijk werd dadelijk aan de mogelijkheid gedacht, dat zich op de zoutoplossing een laagje zuiver water had gecondenseerd. Maar hierin kon de verklaring toch niet liggen. Immers de inrichting van den toestel veroorloofde het kolfje behoorlijk te schudden, zoodat de aanwezige vloeistof zelfs de wanden van het bolletje afspoelde; dit schudden nu werd niet gevolgd door een standsverandering in den manometer.

Toen kwam mij te binnen dat WÜLLNER onder zekere omstandigheden een vertraging in de condensatie had waargenomen, en meende dat damp bestaan kon bij een spanning grooter dan de zoogenaamde maximum-spanning, ook als hij in aanraking was met vloeistof. Dit bracht mij er toe te beproeven wat er gebeuren zou indien men niet langs den weg der verdichting, maar langs den weg der verdamping het verschil in spanning tusschen den damp van zuiver water en dien van de zoutoplossing trachtte te vinden. De bolletjes *P* en *Q* werden van den manometer afgesloten (door een kwikafsluiting). Daarna werd de manometer met de overige ruimte van den toestel en tevens met de droogkolven in verbinding gesteld. Na enkele minuten was het grootste gedeelte van den aanwezigen waterdamp opgenomen. Dan werd de verbinding tusschen den manometer en het overige deel van den toestel verbroken en eerst daarna werden de bolletjes *P* en *Q* ieder met een been van den manometer in gemeenschap gebracht. De ruimte binnen een bolletje kwam dus in verbinding met een ruimte waarin geen waterdamp gevonden werd; in elk bolletje trad verdamping in totdat de maximum-spanning bij 0° bereikt was.

Werkelijk kreeg men nu een behoorlijk standsverschil in den manometer.

Toch was ik niet bevredigd. Indien de omstandigheden binnen den manometer zoodanig waren, dat condensatie niet voldoende plaats greep, welke zekerheid had men dan, dat de verdamping wel beantwoordde aan de onderstelling, dat door haar juist de maximum-spanning werd in het leven geroepen? Mocht men dan het waargenomen standsverschil binnen den manometer wel beschouwen als een maat voor de gezochte dampspanningsverlaging?

De Heer KAMERLINGH ONNES, met wien ik over het eigenaardige verschijnsel sprak, maakte mij er op opmerkzaam dat TAMMANN de waargenomen spanningen grooter dan de maximum-spanning toeschreef aan verontreinigingen.

Dit was voor ons de aanleiding om den geheelen toestel uit elkander te nemen en nogmaals alle zorg aan reinheid te besteden. Het phosphorpentoxyde werd onderzocht op aanwezigheid van vreemde bestanddeelen; alle kwik werd nogmaals gereinigd; enz. Ten slotte, nadat de toestel luchtledig gemaakt was, liet men het zwavelzuur geruimen tijd met het overige deel van den toestel in verbinding tot het opnemen van aniline-damp, die wellicht door de olie van den manometer heen gediffundeerd was. Wij hadden hierbij gelegenheid op te merken dat voor het opnemen van aniline-damp door zwavelzuur de aanwezigheid van eenigen waterdamp noodig is. Werd de toestel eerst gedroogd door phosphorpentoxyde, dan nam het zwavelzuur geen aniline-damp op; toch was aniline-damp aanwezig, want wanneer het phosphorpentoxyde afgesloten werd en dan eenige waterdamp toegelaten, vertoonde zich spoedig aan de wanden van de zwavelzuurkolf een witte neerslag.

De genomen moeite werd beloond; de bepaling der dampspanningsverlaging, langs den weg der verdichting, gaf nu geheel dezelfde uitkomsten als die langs den weg der verdamping.

Intusschen nam ik mij voor het verschijnsel nog nader te bestudeeren; maar om de onderzoekingen van den Heer SMITS niet te onderbreken, stelde ik dit uit totdat de proefnemingen voor zijn dissertatie waren afgeloopen.

In September begonnen de Heer SMITS en ik eenige proeven met het genoemde doel te doen. Hoewel de resultaten niet twijfelachtig waren, gevoelden wij ons niet bevredigd. De manometer, die eenige weken ongebruikt had gestaan, was traag in zijn aanwijzingen geworden; het was noodig, voordat een aflezing kon worden gedaan, de vloeistofkolom in schommeling te brengen. Daarom werd

de toestel uit elkander genomen en de manometer schoon gemaakt en opnieuw gevuld.

Daarna zijn een reeks waarnemingen door ons gedaan, die naar onze meening volkomen vertrouwen verdienen.

In de bekende verhandeling van WÜLLNER en GROTRIAN [1]) over de dichtheid en de spanning van verzadigde dampen vindt men (bl. 548): „Die Messungen scheinen das unerwartete Resultat zu ergeben, dass es überhaupt eine Maximal-spannung in dem bisher angenommenen Sinne nicht giebt, dass vielmehr die Spannung der gesättigten Dämpfe, auch wenn sie mit einer grossen überschüssigen Menge Flüssigkeit in Berührung sind, durch Compression erheblich zunimmt." Ook in de laatste, in 1896 verschenen uitgave van het 2de deel van zijn leerboek, zegt WÜLLNER op blz. 834: „Ich kann auch jetzt noch keine einwandsfreie andere Erklärung der beschriebenen Erscheinung finden, so dass ich auch jetzt noch schliessen muss dass in grössern auch luftleeren Räumen durch Kompression des Dampfes der Druck über den der sogenannten Sättigung wachsen kann, wie es GALITZINE auch bei dem Wasserdampf in mit Luft gefülltem Raume beobachtet hat."

De mikromanometer stelde ons in staat voor een bepaald geval de vraag of door samendrukking van den damp de spanning kan stijgen, te onderzoeken met een graad van nauwkeurigheid, die zeer zeker nog nooit bereikt is.

De beide bolletjes P en Q werden gedeeltelijk gevuld met zuiver water en geplaatst in smeltend ijs; met de grootste zorg waren de lucht en de aniline-damp uit den toestel verwijderd. Het bolletje P werd in verbinding gesteld met het eene been, het bolletje Q met het andere been van den manometer. De kijker van den kathetometer werd ingesteld op een der aniline-spiegels.

Door het opheffen van een reservoir met kwik tot een hoogere rustplaats kon nu de ruimte waarmede het bolletje P in gemeenschap was, met ongeveer $^1/_6$ van het bedrag verkleind worden. Een tweede reservoir met kwik veroorloofde hetzelfde voor het bolletje Q.

Werd nu aan de zijde van P het kwikreservoir opgeheven, dan zag men den aniline-spiegel aan de zijde van P aanmerkelijk dalen; maar zoodra het reservoir zijn hoogsten stand had verkregen, begon de aniline-spiegel te stijgen en bereikte weer *volkomen* den kruisdraad van den kijker, en dat wel binnen de minuut. Bracht men het kwikreservoir naar zijn laagsten stand terug, zoo steeg de

[1]) WÜLLNER und GROTRIAN, Wied. Ann. 11, p. 545 (1880).

aniline-spiegel, om weer spoedig te dalen en opnieuw zich op den kruisdraad te vertoonen. Overeenkomstig resultaat gaf de opheffing of de neerlating van het kwikreservoir aan de zijde van *Q*. Deze proeven hebben wij herhaald en nogmaals herhaald, steeds met dezelfde uitkomst.

Toen werd, terwijl het bolletje *Q* zuiver water bleef bevatten, in het bolletje *P* een oplossing van keukenzout gebracht van ongeveer 0.5 grammolecule per liter; het dampspanningsverschil gaf een standsverschil van ongeveer 25 millimeter in den manometer. De kijker van den kathetometer werd weder ingesteld op een der aniline-spiegels. Daarna werd wederom het kwikreservoir aan de zijde van *P* opgeheven. De aniline-spiegel keerde volkomen tot den kruisdraad terug; evenzoo wanneer men het kwikreservoir van den hoogsten tot den laagsten stand bracht. En ook hier kon men de proef zoo dikwijls herhalen als men wilde; de uitkomst was altijd dezelfde.

Indien men den kijker had ingesteld op een aniline-spiegel en daarna aan den kijker met behulp van de mikrometerschroef een verplaatsing van $^1/_{25}$ m.M. gaf, zag men duidelijk dat kruisdraad en spiegel niet meer samenvielen. Wanneer dus de aniline-spiegel volkomen tot den kruisdraad terugkeerde, waren wij zonder eenige overdrijving er zeker van dat de stand niet $^1/_{20}$ m.M. verschilde van den vorigen stand. Met zekerheid kunnen wij dus zeggen dat na verkleining van het volume der dampmassa de spanning niet veranderd was met een bedrag overeenkomende met een standsverandering in den manometer van $^1/_{10}$ m.M. Daar nu 1 m.M. van den aniline-manometer overeenkomt met ongeveer $^1/_{30}$ m.M. water en dus met ongeveer $^1/_{400}$ m.M. kwik, is de verandering van de spanning minder dan $^1/_{4000}$ m.M. kwik. Daar de spanning van waterdamp bij 0° ongeveer 4.6 m.M. kwik bedraagt, is dus, indien bij samendrukking de spanning verandert, het bedrag van deze verandering minder dan het $^1/_{18000}$ van de oorspronkelijke spanning.

Men heeft dus alleszins recht te beweren dat waterdamp van 0° hetzij boven zuiver water, hetzij boven een zoutoplossing door samenpersing geen spanning verkrijgen kan grooter dan de zoogenaamde maximum-spanning.

De proefneming werd nu gewijzigd. Terwijl het bolletje *P* de keukenzoutoplossing bevatte en het bolletje *Q* water, liet men deze beide onderling en ook met den manometer in gemeenschap, eerst gedurende 1 minuut. Dan werd de gemeenschap verbroken en het bolletje *P* met het eene been, het bolletje *Q* met het andere been van den manometer in verbinding gesteld. Binnen de minuut keerde de

aniline-spiegel tot den kruisdraad terug en weder volkomen. De condensatie binnen P was dus volledig. Deze proef werd herhaald; achtereenvolgens liet men de gemeenschap tusschen de beide bolletjes gedurende 2 minuten, 3 minuten, 4 minuten en 5 minuten bestaan. Het bleek dat na de verbreking van de gemeenschap tusschen de bolletjes de aniline-spiegel volkomen terugkeerde tot den kruisdraad mits men het bolletje P behoorlijk schudde. Had de gemeenschap tusschen de bolletjes gedurende 5 minuten bestaan, dan keerde bij schudding de anilinespiegel toch nog binnen twee minuten tot zijn vroegeren stand terug en bleef daar, ook al werd het schudden voortgezet. Dat dit schudden noodig was, kan niet verwonderen omdat zich bij gemeenschap met Q in het bolletje P op de oppervlakte van de vloeistof wel een laagje zuiver water moest neerzetten; dit laagje werd tot zekere grens des te dikker naarmate de gemeenschap langer duurde. Terwijl dan ook, als de gemeenschap slechts 1 minuut had geduurd, het schudden overbodig bleek, was dit noodig indien de gemeenschap gedurende 5 minuten had bestaan.

Wij trachtten daarna de omstandigheden in het leven te roepen waaronder zich het verschijnsel zou voordoen, dat het uitgangspunt van dit onderzoek geweest was.

Gedurende 14 dagen werd de toestel aan zich zelven overgelaten onder afsluiting van de kolven met zwavelzuur. De bolletjes P en Q werden van den toestel afgesloten; de kolven phosphorpentoxyde met den toestel, dus ook met den manometer in verbinding gesteld. Hierdoor kreeg aniline-damp gelegenheid binnen den toestel te diffundeeren.

Nu werden de proeven herhaald. Het opheffen van het kwikreservoir aan de zijde van P (met keukenzoutoplossing) had tengevolge, dat de aniline-spiegel niet geheel terugkeerde tot den kruisdraad, maar ongeveer 1 m.M. standsverandering aanwees. Dit bewijst dat de spanning van den aniline-damp gering was (kleiner dan $^1/_{40}$ m.M. kwik); anders zou reeds alleen door de samenpersing van den aniline-damp de standsverandering grooter moeten geweest zijn.

Toch kwam de invloed van den aniline-damp duidelijk aan den dag, wanneer men op de beschreven wijze langs den weg der verdamping of langs den weg der verdichting het verschil tusschen de spanningen binnen de bolletjes P en Q trachtte te bepalen. Langs den weg der verdamping vonden wij voor den stand van een der aniline-spiegels 258,68; waren de bolletjes P en Q gedurende 2 minuten met elkander in gemeenschap geweest, dan werd bij condensatie de stand 259,36; waren de bolletjes gedurende 5 minuten met elkander in gemeenschap geweest, dan vond men 3 minuten na

het begin der condensatie 265,50; 6 minuten na het begin der condensatie 263,84; 11 minuten na het begin der condensatie 262,76, enz., en dat terwijl het bolletje *P* behoorlijk werd geschud. Daarop liet men weder op de beschreven wijze door verdamping zich de ruimte binnen *P* en *Q* vullen; de stand bleek te zijn 258,52. Vervolgens gemeenschap tusschen de bolletjes gedurende 6 minuten; 1 minuut na het begin der condensatie was de stand 267,20; 3 minuten na dit begin 265,48; 5 minuten na dit begin 264,68 enz.

Wij lieten nu onder afsluiting van het phosphorpentoxyde gedurende 3 dagen de kolf met zwavelzuur in gemeenschap met den toestel; natuurlijk waren de kolfjes *P* en *Q* afgesloten. Er vormde zich aan de wanden van de zwavelzuurkolf een witte neerslag. Maar tevens was de normale toestand teruggekeerd. Hetzij men den damp binnen het bolletje *P* door verkleining van volume samenperste, hetzij men *P* en *Q* eenige minuten in gemeenschap had laten staan, de terugkeer van den anilinespiegel tot den kruisdraad was volkomen.

Om volkomen zekerheid te krijgen, dat de aniline-damp hier een rol gespeeld had, brachten wij weer aniline-damp binnen den toestel. Teneinde dit wat spoedig te bereiken, werd een der droogkolven vervangen door een kolfje met aniline. Nadat dit zoo goed mogelijk luchtledig was gepompt, werd het gedurende korten tijd met den toestel in verbinding gelaten en toen weer afgesloten. Dezelfde onregelmatigheden vertoonden zich opnieuw.

Wij hebben nog nagegaan wat er gebeurt indien behalve eenigen analine-damp, ook een merkbare hoeveelheid lucht binnen den toestel is. De spanning, door een kwikmanometer bepaald, van lucht met aniline-damp, was nog geen millimeter kwik. Opvallend was nu, dat niet alleen langs den weg der condensatie een stand waargenomen werd, verschillende van dien verkregen langs den weg der verdamping, maar bovendien waren de uitkomsten bij verdamping in het geheel niet constant. Zoo vonden wij in een serie waarnemingen waarin telkens de verdamping afgewisseld werd door condensatie, voor den stand van een der aniline-spiegels, indien deze tot rust gekomen was:

Verdamping.	Condensatie.
300.72	314.00
302.44	310.20
302.32	313.82
303.84	312.36
301.28	

Het schudden had, ook bij condensatie, nu weinig invloed.

Men mag dus wel aannemen, dat het vooral de aanwezigheid van eenige lucht en die van aniline-damp geweest is, die bij den aanvang van het onderzoek van den Heer SMITS de regelmatige werking van den toestel verhinderde.

Wij hebben de zoutoplossing ook met een kleine hoeveelheid olie (Delftsche nootjes-olie) verontreinigd, zoodat men enkele uiterst kleine oliebolletjes op de oppervlakte zag drijven. De verwachting was, dat nu de onregelmatigheden zich in sterke mate zouden vertoonen. Toch was dit niet het geval. Indien men het bolletje P met de verontreinigde zoutoplossing behoorlijk schudde, kreeg men wel kleine afwijkingen, maar deze waren van een geheel andere orde dan die welke bij tegenwoordigheid van aniline-damp werden gevonden.

Op grond van de medegedeelde proeven zou men geneigd zijn te generaliseeren en uit te spreken, dat wanneer in een ruimte alleen vloeistof en damp van die vloeistof gevonden worden, de spanning van den damp uitsluitend afhangt van de temperatuur; maar tevens dat de aanwezigheid van een gasvormig lichaam binnen die ruimte binnen zekere grenzen verandering van die spanning kan teweeg brengen, zoodat dan de spanning niet uitsluitend afhangt van de temperatuur, maar ook van de wijze, waarop het geheele stelsel in den toestand gekomen is, waarin het verkeert.

Tot dit besluit schijnt ook TAMMANN [1]) geraakt te zijn. Want op bladz. 17 van zijn verhandeling zegt hij: „Das zur Füllung der Manometer verwandte Wasser war destillirtes, verdampfte ohne Rückstand. Nur, wenn es längere Zeit in den Manometern erhitzt worden war, hinterliess es beim Verdampfen einen Rückstand (10 gr. Wasser 0.001 gr. Rückstand). Diese geringe Menge des dem Glase entzogenen Alkalis kann nicht als Ursache obiger Erscheinung betrachtet werden, vielmehr ist dieselbe in flüchtigen Verunreinigungen des Wassers zu suchen. Und in der That befreit man das Wasser von diesen, so war nach einer Verkleinerung des Dampfraumes eine Tensionserhöhung nicht zu beobachten." Maar hij deelt niet mede hoe hij, die volgens blz. 9 het water of de oplossing steeds kokend in den toestel bracht, het bereikte den eenen keer wel „flüchtige Verunreinigungen" en den anderen keer deze niet in het water te behouden.

WÜLLNER kan blijkens het in 1896 verschenen 2[de] deel van zijn leerboek zich met deze verklaringswijze van TAMMANN niet veree-

[1]) TAMMANN, Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de St.Pétersbourg 7ième Série, Tome 35, n°. 9 (1887).

nigen. Hij ontzegt zelfs (blz. 832) aan de proeven van TAMMANN alle bewijskracht, omdat TAMMANN uitgaande van een zekere ruimte, gevuld met vloeistof en damp, deze ruimte vergrootte en daarna tot het oorspronkelijke bedrag terugbracht; de oorspronkelijke spanning van den damp werd nu vergeleken met de spanning nadat het terugbrengen tot het oorspronkelijke volume had plaats gehad. Alhoewel naar mijne meening de methode van TAMMANN geen groote nauwkeurigheid toelaat, komt mij de opvatting van WÜLLNER, dat zijn proeven niets kunnen bewijzen, ongegrond voor. Bij het vergrooten van de ruimte zal ongetwijfeld eenige vloeistof in damp zijn overgegaan; bij het terugbrengen tot het oorspronkelijke volume, heeft de damp dus de gelegenheid gehad een spanning aan te nemen, zoo dit mogelijk is, grooter dan de oorspronkelijke spanning. Waar nu TAMMANN werkelijk verhooging van spanning waarneemt, schrijft WÜLLNER dit toe uitsluitend aan de verhooging in temperatur, tengevolge van de samendrukking.

Het zal noodig zijn, enkele waarnemingen en eenige beschouwingen van WÜLLNER nader te bespreken.

WÜLLNER had vier ballons, omgeven door water van constante temperatuur, waarvan één een overmaat van vloeistof bevatte, terwijl de andere zoo weinig vloeistof inhielden, dat alles in dampvorm kon bestaan. Werd nu het volume kleiner gemaakt, dan nam hij waar, dat zich aan de wanden de dampen in vloeistofvorm neerzetten, vóórdat de spanning geworden was de spanning van den damp binnen den ballon met overmaat van vloeistof. Dus, zoo meende WÜLLNER, kunnen dampen, die met vloeistof in aanraking zijn, indien de hoeveelheid vloeistof klein is, een kleinere spanning hebben dan de damp die met een grootere hoeveelheid vloeistof in aanraking is.

De verklaring kan, zoo meent WÜLLNER, niet gezocht worden in de adhaesie van den damp aan den glaswand. Immers, wanneer hij bij de spanning, waarbij zich in de drie ballons de eerste neerslag vertoonde, het volume aflas, dan vond hij voor de dampdichtheid een waarde, die voor alle ballons binnen de grenzen der waarnemingsfouten dezelfde was, niettegenstaande de afmetingen der ballons onderling verschilden.

In tegenstelling met WÜLLNER zou ik juist aan het glas een grooten invloed willen toekennen. Wanneer in een glazen vat uitsluitend damp gevonden wordt en men vermindert den inhoud hiervan, dan wordt het neerslaan van een vochtlaag niet beheerscht door de omstandigheden waaronder vloeistof en damp met elkander in aanraking kunnen zijn, maar door de voorwaarden waaronder *glas*, vloeistof en damp met elkander in evenwicht verkeeren. Bedenkt

men nu, dat bij de proeven van WÜLLNER de vorming van vloeistof alleen aan den glaswand plaats heeft en dat een vloeistof als water in staat is vrij wat uit het gewone natronglas op te lossen, zoodat de werking tusschen glas en water zeker aanzienlijk is, dan moet de aanwezigheid van glas op de voorwaarden van evenwicht een merkbaren invloed hebben. Deze invloed behoeft zich nog niet te openbaren in een afhankelijkheid der dampdichtheid van de afmetingen van het vat.

Bij de proeven van den Heer SMITS en mij vervulde het glas een geheel ondergeschikte rol. In de eerste plaats was de geheele toestel van Jena-glas vervaardigd; maar bovendien was van een verdichting aan den glaswand geen sprake. De temperatuur van den glaswand was overal 15 tot 20 graden hooger dan die van de vloeistofmassa, en het deel van den glaswand van het bolletje dat boven de vloeistof uitstak en ook de temperatuur 0^0 had, werd door schudding met een vloeistoflaag bedekt.

Naar mijn meening is de spanning van den damp, waarbij WÜLLNER neerslag van vloeistof begon waar te nemen, een spanning kleiner dan de maximum-spanning.

Ook wanneer WÜLLNER de ruimte van den ballon met overmaat van vloeistof kleiner maakte, steeg nog de spanning van den damp; bij water van 134^0 kon op die wijze de spanning van 2325 tot 2338 worden opgevoerd en dus vermeerderd worden met $^1/_{200}$ van het oorspronkelijk bedrag.

WÜLLNER oordeelt dat dit niet toegeschreven kan worden aan de aanwezigheid van lucht of van een vluchtig bestanddeel. Immers dan zou dit gasvormig lichaam zijn spanning moeten wijzigen volgens de wet van BOYLE en dan zouden — dit toont hij aan — de spanningsveranderingen veel grooter moeten geweest zijn dan de waargenomene. Hij berekent namelijk uit een tweetal metingen omtrent de spanningsvermeerdering bij volume-vermindering de spanning van het hypothetische gasvormig lichaam, en gaat dan na, welke spanningsvermeerdering dit bij voortgezette volumevermindering moet teweeg brengen.

Hierbij gaat WÜLLNER uit van het denkbeeld, dat het vreemde gasvormige lichaam alleen zijn invloed kan doen gelden door zijn eigen spanning te voegen bij die van den damp. Maar onze proeven bewijzen dat die invloed veel verder reikt. Een hoeveelheid anilinedamp, waarvan de spanning zeker kleiner was dan $^1/_{10}$ mM. kwik, verhinderde reeds de regelmatige condensatie van den damp, zooals ik heb medegedeeld. Zoodra behalve vloeistof en damp nog aanwezig is een vreemd gasvormig lichaam, dan heeft men niet meer te maken

met één lichaam in twee verschillende phasen, maar met een samengesteld stelsel, waarvoor de voorwaarden van stabiliteit geheel andere kunnen zijn.

Het komt mij daarom voor, dat de proeven van WÜLLNER niet noodzaken tot de meening, dat men niet kan spreken van de maximumspanning van een damp omdat deze geen bepaalde waarde heeft. Maar wel wordt het de vraag welken invloed de glaswand heeft op de nauwkeurigheid van de bepalingen omtrent maximum-spanning, vooral wanneer deze in buizen gedaan zijn, die overal dezelfde temperatuur hadden als de vloeistofmassa; ook welken invloed de glaswand heeft op de verschijnselen bij de kritische temperatuur. Bovendien zal het zeer moeilijk zijn, nauwkeurige metingen te doen omtrent de dichtheid van dampen, die de maximum-spanning hebben. Want WÜLLNER en GROTRIAN, die de dichtheid bepaalden van den damp bij de spanning waarbij zich een neerslag vertoonde, hebben naar mijn meening niet de dichtheid gemeten van den damp bij zijn maximum-spanning.

Natuurkunde. — De Heer HAGA biedt aan, namens den Heer D. VAN GULIK, diens dissertatie, getiteld: „*Een onderzoek naar de oorzaak der door* BRANLY *ontdekte verschijnselen van weerstandsverandering onder electrische invloeden*" en geeft een overzicht van den inhoud en van het resultaat waartoe de schrijver komt.

Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt namens Dr. L. H. SIERTSEMA eene mededeeling aan over een onderzoek, verricht in het Natuurkundig Laboratorium te Leiden, betreffende „*den invloed van drukking op de natuurlijke draaiing van het polarisatievlak in oplossingen van rietsuiker*".

De toestel, waarmede de magnetische draaiing in gassen is gemeten [1]), kan eveneens dienen tot het meten van andere magnetische en natuurlijke draaiingen in stoffen onder hooge drukkingen. De bepalingen, die in het volgende zullen worden medegedeeld, werden verricht naar aanleiding van besprekingen met Prof. TAMMANN en betreffen de natuurlijke draaiing in suikeroplossingen onder verschillende drukkingen. Deze bepalingen kunnen bouwstoffen opleveren om de hypothese van TAMMANN over den invloed van den binnendruk op moleculaire eigenschappen [2]) aan de ervaring te toetsen.

[1]) Zittingsversl. Kon. Akad. 1893/94, p. 31; 1894/95, p. 230; 1895/96, p. 294.

[2]) Zeitschr. f. ph. Ch. XI, p. 676; XIII, p. 174; XIV, p. 163; p. 43; XVII, p. 620; p. 725.

Er waren slechts eenige kleine veranderingen aan den toestel noodig. Bij het vullen van de proefbuis met suikeroplossing bleek het niet gemakkelijk de lucht geheel uit den grooten nicolhouder te verwijderen, wat bij het toelaten en aflaten van de drukking eenigen last veroorzaakte. Er werd om deze reden tusschen proefbuis en drukleiding een gedeeltelijk met oplossing gevuld reservoir ingevoegd, waarin de vloeistofspiegel bij verandering van den druk kan rijzen en dalen.

Het ligt het meest voor de hand te beproeven den invloed van de drukking door eene directe meting te bepalen. Men moet hiervoor de proefbuis, nadat de nicols in een gekruisten stand zijn geplaatst, vullen met eene oplossing van zoodanige sterkte, dat in het midden van het spectrum een zwarte band ontstaat, overeenkomende met eene draaiing van 180°, en eene verplaatsing van dezen band zien waar te nemen bij het toelaten van den druk van een hooge druk-reservoir, b.v. eene gevulde zuurstofbus. Eene nadere beschouwing van deze methode leert echter, dat zij voor het waarnemen van kleine draaiingsveranderingen niet geschikt is. Wel is de draaiing zeer groot, maar daarmede gaat samen, dat met eene kleine verandering van de draaiing ook eene zeer geringe verplaatsing van den band overeenkomt, m. a. w. de bewegelijkheid van den band is zeer gering. De proef leerde dan ook, dat er onder bovengenoemde omstandigheden geene verplaatsing te zien was.

Betere resultaten zijn verkregen met de volgende compensatiemethode. Tusschen de nicols werd een linksdraaiend kwartsplaatje ingevoegd, waardoor de rechtsdraaiing van de suiker bijna geheel werd opgeheven. Eene kleine verandering van de draaiing α_s in de suiker zal nu op het verschil $\alpha_s - \alpha_k$ van de draaiingen in suiker en kwarts een relatief grooten invloed hebben, en den zwarten band in het spectrum reeds spoedig merkbaar doen verplaatsen. Men zal dus op deze wijze zeer kleine veranderingen van α_s zichtbaar kunnen maken.

Bij de keuze van de concentratie der oplossingen en de dikte van het kwartsplaatje moet men in het oog houden dat, indien men de overblijvende dispersie kleiner maakt, wel is waar de band meer bewegelijk wordt, maar daar tegenover staat, dat zij ook breeder wordt, en de instellingen daardoor aan nauwkeurigheid verliezen. De ondervinding moet hier de juiste graad van compensatie leeren kiezen.

Het spreekt van zelf, dat men op deze wijze ook het verschil in de draaiingsdispersie van suiker en van kwarts nauwkeurig kan onderzoeken. Dit verschil is vrij onregelmatig, wat zich afspiegelt in onregelmatige veranderingen van den zwarten band bij draaiing van

den kleinen nicol. Zoo werd eens waargenomen, in een geval waarbij $\alpha_k > \alpha_s$, dat de band, welke eerst zeer scherp was, bij bovengenoemde draaiing zich bijna niet verplaatste, maar breeder werd, en ten slotte bijna geheel verdween. Bij draaiing naar de andere zijde zag men hetzelfde, maar bovendien kwam er een eind verder in het spectrum een nieuwe band voor den dag, welke bij voortzetting der draaiing eveneens weer verdween.

Om bij de compensatie een scherpen, zwarten band te geven, moet het kwartsplaatje uit zeer zuiver, homogeen materiaal bestaan, en zorgvuldig bewerkt zijn. Geringe onzuiverheden, welke volgens andere methoden niet konden worden aangetoond, werden bij deze inrichting duidelijk zichtbaar, zoodat we hierin eene zeer gevoelige methode hebben om de zuiverheid van kwartsplaatjes te onderzoeken.

De oplossingen zijn bereid door een afgewogen hoeveelheid kandijsuiker in gedistilleerd water op te lossen, en de oplossing vóór het gebruik te filtreeren. De concentratie werd meermalen gecontroleerd door de proefbuis met de oplossing te vullen, terwijl de nicols in gekruisten stand geplaatst zijn, en de golflengte van den zwarten band te bepalen.

Kent men de dikte van het plaatje en de concentratie der oplossing, dan kan men door berekening vooraf den hoek vast stellen, welke de hoofdsneden der nicols met elkaar moeten maken, om een band op eene gewenschte plaats in het spectrum te verkrijgen De nicols moeten natuurlijk vóór het sluiten van de nicolhouders onder dezen hoek worden geplaatst.

De golflengten werden bepaald door instellingen op Na-lijnen, voortgebracht door zout over de kolen van de booglamp te strooien.

Het toelaten van den druk veroorzaakte nu eene vrij groote verplaatsing van den band. Bij de waarnemingen werd de band met en zonder druk telkens vier- of vijfmaal ingesteld, en van de bij elkaar behoorende instellingen na het aanbrengen van de gewone correcties de gemiddelden genomen.

Uit deze gemiddelden is vervolgens telkens het aantal graden $\Delta\alpha$ berekend, waarmee de draaiing zou veranderen voor een druk van 100 atm., in de onderstelling dat deze verandering evenredig is met de drukking. Dat deze onderstelling gerechtvaardigd is, blijkt uit de volgende waarnemingen

c	λ	p	verandering $\Delta\varphi$.	$\Delta\varphi/p$.
9.50	562	48.0	0°.196	0,00408
		98.7	0°.402	0.00407
9.30	537	97.9	0°.455	0.00465
		81.4	0°.382	0.00469

waarbij c de concentratie (getal G. per 100 c.c. oplossing) λ de golflengte, p de druk in K.G. per cM^2.

De op deze wijze voor 100 atm. berekende hoeken $\Delta \alpha$ zouden gelijk zijn aan de verandering van de draaiing van de suikeroplossing, indien die van de kwarts onveranderd bleef. Nu hebben we $\Delta \alpha = \Delta \alpha_s - \Delta \alpha_k$, waarin $\Delta \alpha_s$ de verandering van α_s, $\Delta \alpha_k$ die van α_k voorstelt. Bij gebrek aan directe bepalingen zullen we de verandering $\Delta \alpha_k$ afleiden uit de door VOIGT [1]) bepaalde samendrukbaarheids-coëfficienten.

De draaiing α_k kan veranderen:

1o. door eene verandering van de dikte van het plaatje;

2o. door die van de draaiing per lengte-eenheid.

VOIGT vindt voor het geval van een alzijdigen druk voor de samendrukbaarheids-coëfficient in de richting der hoofdas 6.73×10^{-8} (mM^2, G.). Voor een druk van 100 atm. zou dus de draaiing α_k door de eerste oorzaak $-1033 \times 6.73 \times 10^{-8}\, \alpha_k = -70 \times 10^{-6}\, \alpha_k$ veranderen. Wat betreft de tweede oorzaak, zoo zullen we onderstellen, dat deze verandering bepaald wordt door die van de dichtheid. Hiervoor geldt volgens VOIGT de coëfficient 25.97×10^{-8} (mM^2, G.), dus wordt de draaiingsverandering door deze oorzaak $+1033 \times 25.97 \times 10^{-8}\, \alpha_k = +268 \times 10^{-6}\, \alpha_k$. Beide oorzaken samen geven dus eene verandering van $\Delta \alpha_k = +198 \times 10^{-6}\, \alpha_k$. Hieruit is dan verder $\Delta \alpha_s = \Delta \alpha + \Delta \alpha_k$ te berekenen.

Op deze wijze zijn de volgende resultaten verkregen:

I. Dikte van het kwartsplaatje 6.88 mM.

c	λ	$\Delta \alpha$	$\Delta \alpha_k$	$\Delta \alpha_s$	α_s	$\Delta \alpha_s / \alpha_s$	n
9.50	492	+0°.555	+0°.043	+0°.598	231°.4	+0.00258	10
"	528	0 .467	0 .037	0 .504	198 .4	254	6
"	559	0 .423	0 .033	0 .456	175 .0	260	8
"	560	0 .438	0 .033	0 .471	174 .6	270	6
"	561	0 .468	0 .033	0 .501	173 .9	288	9
"	"	0 .413	0 .033	0 .446	173 .9	256	12
"	562	0 .437	0 .033	0 .470	173 .2	271	21
"	589	0 .408	0 .030	0 .438	156 .5	280	22
"	"	0 .392	0 .030	0 .422	156 .5	270	24
9.30	537	0 .483	0 .036	0 .519	187 .0	277	21

concentratie 9.47 ... gemidd. waarde van $\dfrac{\Delta \alpha_s}{\alpha_s} = 0.00271 \pm 0.00003$.

[1]) VOIGT, Wied. Ann. 31 p. 720 (1887).

II. Dikte van het kwartsplaatje 13.835 mM.

c	λ	$\Delta\,\alpha$	$\Delta\,\alpha_k$	$\Delta\,\alpha_s$	α_s	$\frac{\Delta\,\alpha_s}{\alpha_s}$	n
18.45	529	+ 0°.937	+ 0°.075	+ 1°.012	397.1	0.00255	24
„	567	0 .840	0 .064	0 .904	330.7	273	16
18.86	530	0 .942	0 .075	1 .017	391.2	260	24
„	558	0 .777	0 .067	0 .844	349.5	241	24
„	579	0 .755	0 .062	0 .817	323.3	253	12

concentratie 18.70.... gemidd. waarde van $\frac{\Delta\,\alpha_s}{\alpha_s} = 0.00255 \pm 0.00005$

Hierin beteekent n het gewicht van elke bepaling, waarvoor genomen is het aantal instellingen, waaruit het resultaat is afgeleid.

Indien β de draaiing van de suikeroplossing per lengte-eenheid voorstelt, en l de lengte van de proefbuis, hebben we

$$\alpha_s = \beta\, l$$

waaruit volgt:

$$\frac{\Delta\,\alpha_s}{\alpha_s} = \frac{\Delta\,\beta}{\beta} + \frac{\Delta\,l}{l}\,.$$

De uitrekking $\Delta\,l$ van de proefbuis gemeten door een paar afleesmicroscoopjes, welke op een plank naast den toestel, en geheel vrij daarvan waren opgesteld, te richten op de beide nicolhouders, en zoo de verplaatsing van deze stukken waar te nemen bij het toelaten van den druk. Gevonden is $\Delta\,l = 0.06$ mM. voor een druk van 100 K.G., terwijl $l = 248$ cM. is, dus $\frac{\Delta\,l}{l} = 0.00003$.

Na aanbrenging van deze correctie vinden we voor onze beide gemiddelden

c	$\Delta\,\beta/\beta$
9.47	0.00268
18.70	252

De vraag of deze verhouding $\Delta\,\beta/\beta$ van de concentratie afhangt, kan uit deze gemiddelden nog niet met zekerheid worden beslist. Bepalingen met grootere concentraties, welke nog onder handen zullen worden genomen, zullen hierover misschien meer licht verspreiden.

Beschouwingen over de verandering van het moleculair draaiingsvermogen en van de concentratie door druk, in verband met de hypothese van TAMMANN, zullen tot na deze bepalingen worden uitgesteld.

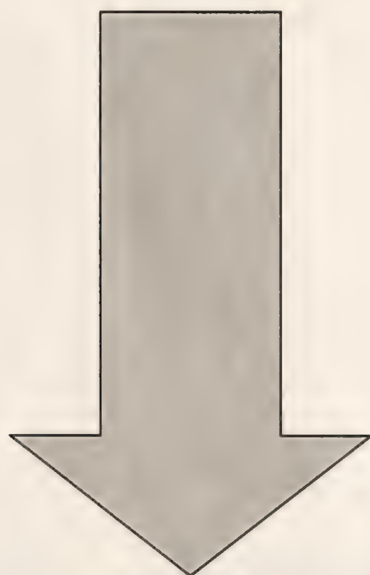
Natuurkunde. — De Heer VAN DER WAALS biedt, namens den Heer D. F. TOLLENAAR, eene voorloopige mededeeling aan „*omtrent eenige proeven met kathodenstralen*" (verricht in het Natuurkundig Laboratorium te Amsterdam).

De proefnemingen, die G. JAUMANN beschrijft in een verhandeling, Longitudinales Licht genaamd (Wied. Ann. 57 p. 147, 1896), zijn door mij herhaald en hebben mij tot eenige nieuwe verschijnselen der kathodenstralen geleid, welke ik in 't volgende wensch mede te deelen.

Vóór ik echter hiertoe overga, wensch ik op te merken, dat ik bij geen mijner proeven in staat ben geweest de verschijnselen waar te nemen, welke JAUMANN beschrijft. Hij neemt zijne proeven met een buis, welke 3 plaatvormige elektroden bevat; hiervan gebruikt hij er twee als kathoden, deze zijn op een afstand van 1 cM. evenwijdig aan elkaar. De beide plaatjes bedekken zich zoowel op de naar elkaar toegekeerde zijde als op de buitenzij met het blauwe kathodenlicht, maar tusschen beide in zijn de lichtlagen veel smaller, heller en dichter op de elektroden. Wordt de spanning van het gas geringer, dan bewegen deze lichtlagen zich naar elkander toe en smelten ineen onder vorming van een scherp, vlak interferentievlak. Dit interferentievlak, zooals JAUMANN het noemt, treedt echter alleen op, als de toeleidingsdraden tot de beide kathoden volkomen gelijk zijn. Wordt de toeleidingsdraad naar een van beide slechts weinig veranderd, bijv. bij lengteverschillen van 10 cM, dan verbreedt het vlak zich, de geheele ruimte tusschen beide kathoden vult zich met licht, dat zich eindelijk tot een heldere lichtlaag vormt op de kathode met de *kortste* toeleiding. Aldus beschrijft JAUMANN het verschijnsel.

Het licht, dat zich aan de grens der donkere kathodenruimten bevindt, en dat tusschen beide plaatjes zeer helder is, vormt inderdaad bij vermindering der gasspanning, waardoor de donkere ruimten zich uitbreiden, een helder lichtvlak. De donkere ruimten der beide kathoden schijnen niet te willen samenvloeien, zij platten elkander al sterker af, naarmate zij dichter bij elkander komen Men kan het verschijnsel aldus behalve door vermindering van gasspanning ook door nadering der elektroden verkrijgen. Nu is 't echter al van te voren waarschijnlijk, dat het licht hetwelk tusschen deze beide donkere ruimten zichtbaar blijft, zich bij verzwakking van een der kathoden, anders zal bewegen, dan JAUMANN dit beschrijft. Immers, indien een der kathoden minder sterk werkt, zal wel de afplattende werking, welke zij op de donkere ruimte der andere

Insert Foldout Here



uitoefent, geringer worden en het licht zich dus naar haar toebewegen. Nu is dit ook inderdaad zoo: indien men in een der toeleidingen weerstand brengt, dan wordt de donkere ruimte der sterkere kathode minder, die der zwakkere méér afgeplat; het licht tusschen beide in verplaatst zich naar de kathode met de *langste* toeleiding. Hierbij verandert het platte lichtvlak ook van vorm. Op deze bijzonderheden wensch ik echter nog niet in te gaan, maar nog alleen mede te deelen, dat de verplaatsing van het vlak nimmer bij mijne proeven zichtbaar werd, dan wanneer een der toeleidingsdraden een aanzienlijk grooteren weerstand bezat dan de andere en dat lengteverschillen van 10 M. toeleidingsdraad, laat staan van 10 cM., waarvan JAUMANN spreekt, niet 't minst zichtbare verschil in 't verschijnsel brachten.

De buis, waarmede ik de proefnemingen uitvoerde, bevatte 2 vierkante kathoden, op afstand van 1 cM. geplaatst. De phosphorescentie-figuren, welke bij lager spanning op den glaswand zich vertoonden, waren nu echter anders, dan te verwachten was. Immers, wat was te verwachten? Volgens de door GOLDSTEIN ontdekte deflexie (Eine Neue Form elektrischer Abstossung), volgens welke een kathodenstraal treffende op, of dicht gaande langs een andere kathode een afwijking verkrijgt, was bij gelijke werkzaamheid der beide plaatjes een vrij saamgesteld verschijnsel te verwachten, ook al door de hoeken en kanten. Maar het verschijnsel was in hoofdzaak hetzelfde als bij 2 bolvormige elektroden, en hier laat zich gemakkelijk zeggen wat te verwachten was, n.l. een breede zône van licht in 't midden en verder achter beide bolletjes een schaduwvlak. De grens tusschen licht en donker bleek echter dubbel te zijn; de lichtverdeeling was dus: een breede zône licht in 't midden met zeer heldere randen; aan beide zijden volgde dan een ring van betrekkelijk weinig licht, hierop weder een helder groene ring en dan het schaduwvlak. Fig. 1 geeft het verschijnsel te zien bij 2 vierkante plaatjes, welke bij deze proef vertikaal stonden. Men ziet ook nog een vertikale lichtstreep midden tusschen de beide plaatjes in: dit is het vlak van JAUMANN, terwijl eenigszins onduidelijk wellicht een lichtstreepje te zien is, dat de beide middens der plaatjes verbindt. Dit licht treedt somtijds op, dikwerf ook niet en schijnt mij toe van geen gewicht te zijn.

In de buis kan men bij hoogeren druk met eenige moeite zien en bij lageren druk bij langeren expositietijd photografeeren de stralen, welke de beide heldergroene ringsystemen veroorzaken. Deze stralenbundels, die in werkelijkheid natuurlijk vlakken van licht zijn, zijn *gekromd* en hebben bij gelijke werking der kathoden den vorm

van twee stellen hyperboloidische vlakken, die met hun top op de elektroden liggen. Fig. 2 geeft dit verschijnsel te zien bij 2 evenwijdige vlakke ronde horizontale plaatjes[1]). Fig. 1 toont deze hyperboloidische vlakken niet, daar de luchtverdunning hier veel verder was en het zwakke licht der hyperboloidische vlakken verre overtroffen werd door het heldergroene fluoresceeren van de glaswanden.

Bij afstandsvermindering tusschen de elektroden verplaatsen deze beide ringsystemen zich naar het midden; echter verplaatsen de buitenste ringen (hiermede bedoel ik de meest linksche en meest rechtsche op fig. 1) zich langzamer dan de binnenste, zoodat de relatief donkere ring tusschen beide in breeder wordt. In een bolvormige buis diameter 10,6 cM., met bolvormige elektroden, wier diameter 1 cM., bedroeg de koordeafstand der buitenste ringen 24 mM., die der binnenste 7 mM., indien de bolletjes elkander aanraakten. Het verschijnsel vertoonde namelijk bij aanraking geen plotselinge verandering. Beweegt men de kathoden van elkander af, dan verplaatsen de ringen zich in tegengestelde richting; ook dan bewegen de binnenste zich sneller, zoodat ze bij een zekeren afstand (ongev. 2 cM.) saamvallen met de buitenste en het verschijnsel bij verdere verwijdering zoo blijft.

Waar de ringen bij bolle elektroden beide cirkelvormig zijn, zijn zij dit bijv. bij driehoekige plaatjes begrijpelijkerwijze niet. Hunne hoeken zijn weliswaar afgerond, maar men kan toch nog duidelijk hunne driehoekigheid onderscheiden. Opmerking verdient echter het volgende: bij de proef met vierkante plaatjes bleken de ringen niet overal even ver van elkander verwijderd te zijn (dit is op fig. 1 duidelijk te zien). Bij driehoekige plaatjes, waar de hoeken in de ringen natuurlijk duidelijker optreden, kon ik hiervan de oorzaak zien. De buitenste ringen zijn ongelijkstandig met de elektrode, vertoonen dus tegenover een hoekpunt van het plaatje een zijde en omgekeerd, terwijl de binnenste ringen gelijkstandig zijn. Bezigt men als elektroden een driehoekig plaatje en een bol, dan zijn de ringen aan den kant van het driehoekje beide gelijkstandige, terwijl die aan den kant van den bol beide ongelijkstandige driehoekjes zijn.

Ook bij werking van één kathode komt zoo iets eigenaardigs voor. Bezigt men een driehoekje als werkzame elektrode en een ander als scherm, dan is de schaduw op den wand een driehoekige, gelijkstandig

[1]) Doordat de plaatjes, zooals op de figuur zichtbaar is, niet goed evenwijdig stonden, trad het meeste licht slechts aan één zijde op. Hierdoor vertoont de rechterzij de hyperboloidische vlakken duidelijk, terwijl de linkerkant nagenoeg egaal verlicht is. Dit is wel jammer, maar juist, doordat nu aan een zijde zich bijna al het licht bevond, was een duidelijke opname mogelijk.

met het scherm, zooals zich ook wel liet verwachten. Ook indien men als werkzame kathode een bol neemt, blijft de schaduw een gelijkstandig driehoekje. Maar indien men het driehoekje laat fungeeren als kathode en het bolletje als scherm, dan ziet men niet een cirkelvormige schaduw, maar een driehoekige, en wel een, die ongelijkstandig is met den uitzendenden driehoek! Daar deze verschijnselen onwillekeurig doen denken aan die, welke GOLDSTEIN beschreven heeft Wied. Ann. 15 p. 254, zoo schijnt 't mij niet overbodig op te merken, dat zij toch van geheel verschillenden aard zijn: GOLDSTEIN beschrijft de vormen der *licht*figuren, hier wordt gesproken over de vormen der *schaduwen* in die lichtfiguren.

Uit de onderlinge ongelijkstandigheid der binnenste en buitenste ringen blijkt, dat zij wel hun ontstaan aan verschillende oorzaken zullen te danken hebben. Ik meen hiermede, dat 't reeds hieruit waarschijnlijk is, dat beide ringen niet verklaard zullen kunnen worden door deflexie. Er wordt tegenwoordig zooveel beproefd om de verschillende kathodenverschijnselen te verklaren door 't aannemen van kathodenstralen van verschillende sterkte, d.w.z. kathodenstralen, die quantitatief verschillen in hunne eigenschappen tegenover magnetische invloeden enz. Ik wil er daarom op wijzen, dat deze ringen hunne verklaring niet zullen kunnen vinden door bijv. aan te nemen kathodenstralen, die meer en minder worden afgeweken door een andere kathode. Men zou bij deze aanname wel tot meerdere ringen kunnen komen, maar hunne onderlinge ongelijkstandigheid zou zeker tegen een dergelijke verklaring pleiten. Maar niet alleen hierin, ook in hunne andere eigenschappen vertoonen de beide ringsystemen een aanmerkelijk verschil. Slechts tegenover de magneet toonen zij volkomen overeenkomst, beide ringen wijken in dezelfde mate af onder haren invloed.

Een voornaam qualitatief onderscheid treedt op, indien wij in de geleiding naar een der elektroden een veranderlijken weerstand brengen. Brengt men in een der takken een weerstand, dan zal de stroom zich niet meer gelijkelijk verdeelen en de phosphorescentiefiguren veranderen dan. Dit is reeds door GOLDSTEIN (l. c. p. 123) onderzocht. De schaduw vergroot zich dan aan de zijde der sterkere kathode, vandaar de benaming makrovlak, die aan den kant der zwakkere kathode verkleint zich en vormt een z.g. mikrovlak, dat langzamerhand overgaat in de gewone schaduw bij onwerkzaamheid dier kathode.

De buitenste ringen gedragen zich geheel en al bij verzwakking van een der kathoden als grenzen van makro- en mikrovlak. Geheel anders gedragen zich echter de binnenste ringen. De binnen-

ste ring aan den kant der sterkere kathode gedraagt zich wel, als ware 't de grens van een makrovlak, maar die aan de zij der zwakkere kathode verplaatst zich in *tegengestelde* richting als de buitenste ring aan dien kant, gedraagt zich dus als makrovlak, terwijl hij zich, indien hij een deflexiefiguur was, als mikrovlak had moeten gedragen

In de buis ziet men bij deze sterkteverandering der kathoden de volgende veranderingen intreden: van de hyperbolisch gekromde stralenbundels, die op de zwakkere kathode rusten, krijgt de een een wijder, de ander een nauwer opening (hierdoor verplaatsen de phosphorescentieringen op den wand zich ook in tegengestelde richting). Van de sterkere kathode ziet men zich om zoo te zeggen een hyperbool losmaken (ik kon hierin nimmer twee hyperbolen onderscheiden, waarschijnlijk doordat zij dan te dicht bij elkaar zijn). Deze hyperbool zweeft dan als 't ware los in de ruimte en verplaatst zich bij meerdere sterkteverandering door de donkere ruimte heen, waarbij zij haren hyperbolischen vorm geheel verliest. Fig. 3 toont het verschijnsel.

De buitenste ringen schijnen mij toe naar hunne eigenschappen geheel en al GOLDSTEIN'sche deflexiefiguren te zijn, hoewel de gekromde vorm der stralenbundels weliswaar niet in overeenstemming is met de uitkomst waartoe GOLDSTEIN komt, dat „die abgelenkten Strahlen hinter der Ablenkungsstelle wieder die Eigenschaft geradliniger Ausbreitung besitzen" (l. c. p. 72).

Wat de herkomst der stralen is, die tot de binnenste ringen aanleiding geven en bij vlakke elektroden tot de geheele lichte zône, hierover kan ik nog geen vermoeden uitspreken. Maar wèl schijnt het mij toe, dat zij niet verklaard zullen kunnen worden alleen door deflexie, zij 't ook van kathodenstralen, die quantitatief in hunne eigenschappen verschillen van diegene, welke tot de buitenste ringen aanleiding geven.

Scheikunde. — De Secretaris biedt voor het Zittingsverslag aan een opstel van de Heeren C. A. LOBRY DE BRUYN en W. ALBERDA VAN EKENSTEIN getiteld: *Het chitosamine (z.g. glucosamine).*

Het zoutzure zout van het chitosamine (ten onrechte glucosamine genoemd) is het eerst als splitsingsproduct van de chitine der schalen van kreeften, garnalen en insecten, bij koking met zoutzuur, gevonden; in de laatste jaren is het eveneens uit de z.g. cellulose der

champignons bereid [1]); eindelijk is zijn optreden als een der eindproducten bij het trapsgewijze afbreken van het chondrine der kraakbeenderen vastgesteld [2]). Het blijkt dus dat deze stof in de samenstelling der genoemde plantaardige en dierlijke weefsels een min of meer belangrijke rol speelt. De chitine der gelede dieren moet een betrekkelijk eenvoudig derivaat zijn van het chitosamine daar bij de koking met zoutzuur, naast het zout dezer base, zich eigenlijk alleen eene belangrijke hoeveelheid azijnzuur vormt.

Het chitosamine kan opgevat als gevormd uit één mol. van een suiker (een hexose) en één mol. ammoniak onder uittreden van één mol. water. Vroeger werd aangenomen dat de hexose gewone glucose was; vandaar de naam glucosamine. Deze opvatting scheen bevestigd door het feit, dat bij verwarming met phenylhydrazine een weinig glucosazon zich vormde. Een door E. FISCHER en TIEMANN voor twee jaar ingesteld onderzoek naar de constitutie en configuratie van het chitosamine [3]) voerde echter tot een negatief resultaat; het gelukte niet de suikerachtige stof die aan het chitosamine ten grondslag ligt (de chitose) met zekerheid als zoodanig te vatten; geconstateerd werd, dat het geen gewone glucose is en dat bij enkele transformatie's (o. a. in zuren) intramoleculaire atoomverschuivingen moeten optreden die het trekken van eene conclusie bemoeilijken.

Het onderzoek van het chitosamine was nu van belang in verband met de studie der ammoniakderivaten van de suikers door een van ons (ten deele in gemeenschap met den Heer VAN LEENT) uitgevoerd [4]). Geen der laatstgenoemde stoffen bleek identiek met het chitosamine. Wij hebben echter nu vastgesteld dat deze laatste base gemakkelijk overgaat in eene stof die direct uit fructose (gewone levulose) met methylalcoholische ammoniak zich vormt.

In de eerste plaats nu hebben wij gevonden, dat het tot nu toe nog altijd onbekende vrije chitosamine, in gekristalliseerden toestand kan worden verkregen indien het poedervormige zoutzure zout met iets meer dan de equivalente hoeveelheid eener oplossing van natriummethylaat in absolute methylalcohol wordt overgoten. Terwijl chloornatrium terugblijft, scheidt zich uit de methylalcoholische oplossing na toevoeging van drogen aether na eenigen tijd de vrije base in kristalnaaldjes af; zij is hygroscopisch, zeer gemakkelijk in water

---

[1]) WINTERSTEIN, Ber. **27**. 3113; **28**. 167, 1372; **29**. 1392. GILSON, Ber. **28**. 821. HOPPE SEYLER, Ber. **27**. 3329; **28**. 82. ARAKI, Z. f. physiol. chem. **20**. 498 etc.

[2]) SCHMIEDEBERG, Arch. f. exper. Pathol **28**. 385.

[3]) Ber **27**. 139.

[4]) Recueil 1895 en 1896.

oplosbaar en geeft met zoutzuur het chloorhydraat terug. Laat men de methylalcoholische oplossing staan of kookt men haar dan zet zich uit de oplossing langzamerhand eene stof af, die identiek is met die welke zich langzaam vormt in de oplossing van fructose in methylalcoholische ammoniak en welke wij voorloopig fructosamine noemen. Deze is in koud water moeilijk, in warm water gemakkelijk oplosbaar; zij geeft met zoutzuur geen verbinding, wordt ook niet door zuren spoedig ontleed. Bij het acetyleeren met azijnzuuranhydride en natriumacetaat ontstaat een gekristalliseerd pentacetaat.

Het blijkt dus, dat de suiker die aan 't chitosamine ten grondslag ligt in verband staat tot de gewone vruchtensuiker. Welke de aard van dit verband is hopen wij nader op te helderen. Het chitosamine zelve kon tot nu toe niet uit fructose en alcoholische ammoniak bereid worden.

Met zilvercarbonaat vormt zich uit HCl-chitosamine door oxydatie eene stof die met phenylhydrazine bij ± 70° direct overvloedig glucosazon geeft en dus het glucoson (dat een keton-aldehyde is) zijn kan.

Het zoutzuur-chitosamine laat zich met natriumacetaat en azijnzuuranhydride tot een goed gekristalliseerd meervoudig acetaat omzetten.

De nadere bijzonderheden van ons onderzoek zullen later in het „Recueil" worden gepubliceerd.

Wiskunde. — De Secretaris biedt, namens den Heer VAN DE SANDE BAKHUYZEN, een overzicht aan van de voor de boekerij aangeboden dissertatie van den Heer S. KRÜGER, S. J. getiteld: „*Ellipsoïdale evenwichtsvormen eener wentelende homogene vloeistofmassa*".

C. O. MEYER had in 1842 de resultaten medegedeeld [1]) zijner overigens niet gepubliceerde berekening van de assenverhoudingen der ellipsoïde van JACOBI, die evenwichtsvorm kan zijn eener homogene vloeistofmassa met de snelheid en gemiddelde dichtheid der Aarde wentelend, terwijl hare deeltjes elkander aantrekken volgens de wet van NEWTON. Hij vond nl.

$$a : b : c = 19{,}57 : 1{,}018 : 1.$$

[1]) CRELLE's Journal, XXIV, p. 59.

In 1870 herhaalde KOSTKA deze becijfering en vond geheel andere uitkomsten, nl. [1])

$$a : b : c = 52{,}442\,5 : 1{,}002\,313\,4 : 1.$$

Daar wij geen andere becijferingen over de ellipsoïde van JACOBI kenden, en op grond van een brief [2]) door RICHELOT, hoogleeraar te Königsberg, aan WEIERSTRASS gericht wel moesten aannemen, dat althans vóór 1870 de berekening voor het geval der Aarde niet herhaald was, scheen het niet van belang ontbloot door toepassing der p-functie te onderzoeken, of werkelijk MEYER in zijn overigens zoo voortreffelijke verhandeling verkeerde resultaten opgaf; zoo ja, of KOSTKA goede uitkomsten daarvoor in de plaats stelde. Nu werden, speciaal voor het geval van kleine omwentelingssnelheid, benaderingsformules gevonden, die goed overeenstemmen met die van KOSTKA, doch langs eenvoudiger weg verkregen zijn; naarmate de gegeven grootheid (één der assenverhoudingen, of de constante $V = \frac{\omega^2}{2\pi\varrho k}$, waar ω de eenparige hoeksnelheid, ϱ de dichtheid, k de attractie-constante voorstelt) nauwkeuriger bekend is, kan men door middel van die formules de onbekenden met grootere juistheid bepalen; altijd kan men zich rekenschap geven van de orde der grootheden, die verwaarloosd kunnen of moeten worden; daardoor vermijdt men tevens het opgeven van geheel onzekere decimalen, eene fout, waarin KOSTKA bij de toepassing van zijne benaderingsformules verviel. Bij de toepassing op de Aarde namen wij volgens TISSERAND [3]) $V = 0{,}002\,300$. Voor de assenverhoudingen der ellipsoïde van JACOBI, die hiermede overeenkomt, werd verkregen

$$\frac{a}{c} = 52{,}41 \text{ ongeveer,} \qquad \frac{b}{c} = 1{,}002\,313 \text{ ongeveer.}$$

Intusschen was gebleken, dat buiten weten van RICHELOT en KOSTKA reeds in 1849 door ROCHE [4]) en in 1860 door MATTHIESSEN [5]) resultaten waren aangegeven, geheel afwijkend van MEYER's uitkomsten, daarentegen in goede overeenstemming met die van

---

[1]) Berliner Monatsberichte, 1870, p. 123.

[2]) l. c., p. 116.

[3]) *Traité de Mécan. céleste*, II, p. 91.

[4]) Mémoires de l'Acad. de Montpellier, I. p. 256.

[5]) Zeitschr. Math. Phys., VI, p. 72.

KOSTKA en de onze. Ook voor willekeurige waarden der constante V, waarbij een ellipsoïde van JACOBI evenwichtsvorm kan zijn, was reeds vóór 1870 de verhouding der assen berekend. De tabellen door ROCHE in 1849 vervaardigd [1]) dienden ter berekening der assenverhoudingen van de ellipsoïdale evenwichtsvormen in het meer algemeen geval eener wentelende en door een zeer verwijderd punt aangetrokken vloeistofmassa. Deze tabellen zijn ook zeer geschikt voor de berekening van de assenverhoudingen in het bijzonder geval eener ellipsoïde van JACOBI; TISSERAND verklaart [2]), „qu'elles ne laissent rien à désirer".

PLANA, die in 1852 hetzelfde vraagstuk ter hand nam zonder den arbeid van ROCHE te kennen, is veel minder gelukkig geweest. Zijne tabel [3]), ofschoon uit onberispelijke formules afgeleid, en in „Fortschritte der Physik" [4]) alsook door TODHUNTER [5]) overgenomen, is geheel onvertrouwbaar. Behalve aan tal van onverklaarbare rekenfouten is dit hieraan toe te schrijven, dat PLANA een eigenschap der ellipsoïde van JACOBI over het hoofd zag, die toch o. a. door LIOUVILLE [6]) reeds in 1839 bewezen was.

MATTHIESSEN (a^0 1871), die de verhandelingen van ROCHE slechts zeer onvolledig kende, gebruikte reeksontwikkelingen [7]) om de waarde der elliptische integralen te vinden, maar vooreerst verwaarloost hij hierbij grootheden van veel meer gewicht dan de termen, die hij in zijne vergelijkingen opneemt, en op de tweede plaats is zijne methode niet „innerhalb sehr weiter Grenzen", zooals hij zelf meent, maar slechts voor zeer uitgerekte ellipsoïden van JACOBI bruikbaar.

In 1880, dus dertig jaar later dan ROCHE, heeft MATTHIESSEN, inmiddels tot hoogleeraar te Rostock benoemd, de ellipsoïdale evenwichtsvormen der satellieten onderzocht [8]); hij volgt hier weder dezelfde verkeerde methode van becijfering als in zijn voorgaande verhandeling; ook onderstelt hij stilzwijgend, dat de massa van den satelliet oneindig klein is in vergelijking met die der planeet, ter-

[1]) *Mémoires sur les figures ellipsoïdales qui conviennent à l'équilibre d'une masse fluide homogène, tournant sur elle-même et soumise à l'attraction d'un point éloigné... Note sur les fonctions dont dépend la solution du problème. Table de ces deux fonctions.*

[2]) C. R., XCVI, p. 1173.

[3]) Astron. Nachr., XXXVI, c. 169 en 170.

[4]) 1853, p. 55.

[5]) *History of the theories of attraction*, II, p. 444.

[6]) Journal de Mathém., 1ère série, IV. p. 171.

[7]) Zeitschr. Math. Phys., XVI, p. 303.

[8]) Ib., XXV, p. 72.

wijl de formules van ROCHE voor elke waarde der verhouding van de massa's der planeet en van haar wachter gelden. De verhouding van de langste en kortste as bij de zeer uitgerekte ellipsoïdale evenwichtsfiguur der Maan, welker langste as naar de Aarde gericht is, wordt door MATTHIESSEN zeer onnauwkeurig berekend [1]; hij geeft daarvoor 985,4. In mijn proefschrift werd deze assenverhouding bepaald met behulp van elementen door het *Annuaire du Bureau des Longitudes* aan HANSEN ontleend; het resultaat was, dat zij tusschen 896 en 897 zou liggen. Gaarne maak ik van deze gelegenheid gebruik om die uitkomst te rectificeeren; met behulp van betere gegevens, mij op de meest welwillende wijze door Prof. VAN DE SANDE BAKHUYZEN verstrekt, vond ik nu omtrent $886^1/_2$.

In 1886 schreef Prof. G. H. DARWIN te Cambridge op zijne beurt een verhandeling over de ellipsoïde van JACOBI [2]; zijn eerste woorden maken een verrassenden indruk: „I am not aware — zoo zegt hij — that any numerical values have ever been determined for the axes of the ellipsoids, which are figures of equilibrium of a rotating mass of fluid". Hij meende dan ook iets geheel nieuws te vinden, toen hij het vraagstuk behandelde „from the point of view necessary for reducing the formulæ to a condition for computation", en toch was hetzelfde o. a. in 1852 door PLANA gedaan. DARWIN geeft ook benaderingsformules voor de nabijheid der beide grensgevallen; die voor de zeer uitgerekte ellipsoïden bleken (behoudens een kleine rekenfout) bruikbaar te zijn, nadat wij de verwaarloozing door DARWIN voorgesteld, onderzocht hadden, waarvan hij zelf niet genoegzaam rekenschap geeft.

Uit zijne tabel meent DARWIN te kunnen afleiden, dat de kinetische energie der wentelende beweging bij de ellipsoïde van JACOBI een grootste waarde bereikt, „when the length of the ellipsoid is about five times its diameter" [3]. Terwijl hij aan dit punt bijzonder veel gewicht schijnt te hechten, is het opmerkelijk, dat hij het bestaan van het maximum der kinetische energie tracht te bevestigen door een klaarblijkelijk onjuiste redeneering: „the kinetic energy is the product of two factors, one of which always increases, and the other of which always diminishes; thus it is obvious that it must have a maximum," ook geeft hij hier zeer onnauwkeurige becijferingen; in werkelijkheid is de verhouding der langste en

---

[1]) l. c., p. 82.

[2]) Proc. Roy. Soc., XLI, p. 319.

[3]) l. c., p. 334.

*

kortste as bij de ellipsoïde van JACOBI niet omtrent 5, maar omtrent $9\frac{1}{2}$, wanneer de kinetische energie haar grootste waarde heeft.

Ten slotte zij het nog geoorloofd de resultaten, die wij bij het bestudeeren der beroemde verhandeling van POINCARÉ [1]) vonden, zoo kort mogelijk samen te vatten. POINCARÉ bewees [2]), dat er bij elken graad der functiën van LAMÉ onder de ellipsoïden van JACOBI minstens één (en ook waarschijnlijk slechts één) bifurcatievorm voorkomt, bepaald door de vergelijkingen

$$\frac{U_1 Z_1}{3} = \frac{U_2 Z_2}{5} = \frac{U_{n,0}\, Z_{n,0}}{2n+1}, \quad . \; . \; . \; . \; (1)$$

waar $U_{n,0}$ een functie van LAMÉ van n^{den} graad aanwijst ($n > 2$), welker nulpunten $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ alle in volgorde liggen op de rechte lijn tusschen ω'' en ω', zoodat

$$e_3 \leqq \wp\, \alpha < e_2$$

is. Nu blijkt er geen bifurcatievorm te zijn, zoolang de betrekking tusschen e_1 en e_2 zoodanig blijft, dat men heeft

$$e_1 + \wp\, \alpha_1 \geqq 2 e_2.$$

Bij de toepassing dezer eigenschap op het eenvoudigste geval, wanneer $n = 3$ is, bleek dat zeker niet aan (1) wordt voldaan, zoolang men heeft

$$2 e_1 \geqq 5 e_2,$$

met andere woorden

$$\frac{e_2 - e_3}{e_1 - e_3} \leqq \frac{3}{4} \; .$$

Hieruit werd nu de volgende stelling afgeleid: wanneer men de halve assen der ellipsoïde van JACOBI door a, b en c voorstelt, en deze reeks van evenwichtsvormen doorloopt, zoodat $\frac{a^2 - b^2}{a^2 - c^2}$ van 0 tot 1 aan-

[1]) Acta Mathematica, VII.

[2]) l. c., p. 342 sq.

groeit, ontmoet men een oneindig groot aantal bifurcatievormen, maar men zal geen dezer figuren aantreffen, zoolang $\frac{a^2-b^2}{a^2-c^2} \leq \frac{3}{4}$ is.

Bij de ellipsoïde van JACOBI, die evenwichtsvorm kan zijn eener vloeistofmassa met de snelheid en gemiddelde dichtheid der Aarde wentelend, is blijkens onze straks vermelde uitkomst

$$\frac{a^2-b^2}{a^2-c^2} = 0{,}999\,998,$$

zoodat deze evenwichtsfiguur hoogstwaarschijnlijk slechts saeculaire stabiliteit bezit, wanneer de vloeistofmassa ellipsoïdaal moet blijven [1]. Is er derhalve moleculaire wrijving, hoe gering dan ook, in een vloeistofmassa, die met de snelheid en gemiddelde dichtheid der Aarde wentelt, en welker gedaante niet aan een bepaalde voorwaarde gebonden is, dan is hoogstwaarschijnlijk onder hare drie ellipsoïdale evenwichtsvormen alleen die van MACLAURIN saeculair stabiel.

Naast de omwentelingsellipsoïden zijn er voor elke oneven waarde, grooter dan 1, van den graad n der functiën van LAMÉ $\frac{n+1}{2}$ reeksen van niet-ellipsoïdale evenwichtsfiguren; voor elke even waarde van n heeft men $\frac{n}{2}+1$ reeksen van andere lichamen, waaronder nu telkens één reeks is, waarin omwentelingslichamen voorkomen [2]. POINCARÉ zegt [3], dat men hier een grensvorm heeft en geen bifurcatievorm voor $j=0$, $n=2$, d. w. z. wanneer de stabiliteitscoëfficiënt verdwijnt overeenkomend met de functie van LAMÉ van den tweeden graad, welker nulpunten beide tusschen ω en ω'' liggen. Terwijl wij trachtten deze bewering van POINCARÉ te bewijzen, bleek dat inderdaad de grensvorm der omwentelingsellipsoïden door $j=0$, $n=2$ wordt bepaald, maar tevens werd bevonden, dat deze evenwichtsfiguur volgens de definitie van POINCARÉ zelf ook bifurcatievorm is. Zooals er dus voor $V=0{,}187\,11$ een ellipsoïdale evenwichtsvorm bestaat, die grensvorm is t. o. v. de ellipsoïden van JACOBI, maar tevens bifurcatievorm der drieassige ellipsoïde met een andere reeks, die der evenwichtsfiguren van MACLAURIN [4], zoo heeft men

[1] Vgl. POINCARÉ, p. 373.

[2] Vgl. POINCARÉ, p. 328 en 331.

[3] p. 329.

[4] POINCARÉ, p. 301.

ook voor $V = 0{,}224\,67$ een evenwichtsfiguur, die grensvorm is t.o.v. de omwentelingsellipsoïden van MACLAURIN en D'ALEMBERT, maar tevens bifurcatievorm t.o.v. de omwentelingsellipsoïden en een reeks van niet-ellipsoïdale evenwichtsvormen. Derhalve moet ook voor de grootste waarde van V uit de reeks der omwentelingsellipsoïden een reeks van niet-ellipsoïdale evenwichtsvormen ontstaan, en wel zijn deze, voor zooverre zij oneindig weinig van de ellipsoïde verschillen, omwentelingslichamen.

Scheikunde. — De Heer MULDER biedt voor de werken der Akademie eene verhandeling aan, getiteld: „*Over een peroxy-salpeterzuurzilver*" (3e verhandeling).

Voor de Boekerij worden aangeboden:

1°. door den Heer VAN BEMMELEN: „Die Absorption. Das Wasser in den Kolloïden besonders in dem Gel der Kieselsäure";

2°. door den Heer J. C. KAPTEYN: „The Cape photographic Durchmusterung for the equinox 1875 by DAVID GILL and J. C. KAPTEYN", Part 1;

3°. door den Heer STOKVIS: *a.* de 2e druk van zijn Voordrachten over Geneesmiddelleer, 1e Deel, 2e Stuk; *b.* l'Exactitude scientifique de la Posologie; *c.* Janus Redivivus.

De vergadering wordt gesloten.

(13 Januari 1897).

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN TE AMSTERDAM.

VERSLAG VAN DE GEWONE VERGADERING DER WIS- EN NATUURKUNDIGE AFDEELING

van Zaterdag 30 Januari 1897.

Voorzitter: de Heer H. G. van de Sande Bakhuijzen.
Secretaris: de Heer J. D. van der Waals.

Het Proces-Verbaal der vorige zitting wordt gelezen en goedgekeurd.

Ingekomen zijn:

1°. Missiven van de Heeren C. A. J. A. Oudemans, Hoek en Behrens, dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen.

2°. Programma van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen

te Turyn betreffende de 11de Brezza prijs, waarbij een som van frs. 9600.— wordt uitgeloofd voor het beste wetenschappelijke werk in het tijdvak 1895—1898 uitgegeven. Dit programma wordt voor de leden ter inzage gesteld.

3°. Eene circulaire van den Heer Franz Lesska, getiteld: Neue Art des Integrirens, Methode der Gegencurven. Insgelijks ter inzage gesteld voor de wiskundige leden der Akademie.

4°. Eene circulaire gericht aan de Geologische Commissie der Akademie betreffende de internationale tentoonstelling in 1897 te Brussel te houden. Deze circulaire was aan Prof. van Bemmelen als Lid dier Commissie in handen gesteld en gaf hem aanleiding om, namens die Commissie, de Afdeeling voor te stellen zich tot Z. E. den Minister van Koloniën te wenden, met verzoek om een exemplaar van de geologische uitgaven, Nederlandsch-Indië betreffende, die door dat Ministerie zijn uitgegeven, of althans geldelijk gesteund, aan de Afdeeling toe te zenden, om die met de verhandelingen, die vanwege de Geologische Commissie het licht gezien hebben, vereenigd, naar de tentoonstelling te Brussel te zenden. Dat voorstel wordt door de Vergadering goedgekeurd.

Aardkunde. — De Heer van Bemmelen leest het Jaarverslag over 1896 der Geologische Commissie en legt de Rekening en Verantwoording over van de aan die Commissie toegestane toelage over het afgeloopen jaar. Het verslag luidt als volgt:

Grootere of kleinere grondwerken in onzen bodem, die tot een onderzoek of tot inzamelen van aardmonsters aanleiding konden geven, zijn in het afgeloopen jaar niet tot onze kennis gebracht. Wel zijn door de Heeren Lorié en Schroeder van der Kolk monsters aarde van verschillende boringen in de laatste jaren, of ook in dit jaar verricht, verzameld en onderzocht of in onderzoek genomen.

De Heer Lorié heeft onderzocht: 1e de monsters aarde van tien boringen, tot verschillende diepten (van ± 10 tot ± 70 M.), die, met het oog op de voorziening met drinkwater, om Wageningen zijn gedaan in 1894, 2e de monsters van 4 boringen nabij Winterswijk, ter diepte van ± 10—14 M., in 1894 gedaan, 3e het profiel in de sluisput, welke in 1891 in de afdamming van de Maas boven Woudrichem was gemaakt, 4e de monsters van drie boringen te Weesp in 1896 verricht. Ten vijfde heeft de Heer Lorié eene studie gemaakt van het Album Profielen der 141 Grondboringen langs het Merwedekanaal, van Amsterdam tot Gorkum. Dit album

was ons in Maart 1894 door den Ingenieur van 's Rijks Waterstaat P. H. KEMPER toegezonden, en Dr. LORIÉ had zich bereid verklaard het wetenswaardige daaruit samen te lezen.

De uitkomsten van deze onderzoekingen hebben wij der Akademie in de December-vergadering ter opneming in hare werken aangeboden, en hopen wij dus als mededeeling n°. 22 te zien verschijnen.

In den loop dezes jaars (April—Augustus) zijn ook boringen verricht in Zeeland, namelijk twee boringen in het waterschap Bruinisse, op den buitenberm, tot eene diepte van 37 à 38 Meters (40 monsters van elk), ten tweede twee boringen in het waterschap Scherpenisse op den buitenberm tot eene diepte van 40 M. (42 monsters van elke boring). De monsters daarvan zijn aan Dr. SCHROEDER VAN DER KOLK en Dr. HUBER NOODT ter onderzoek gezonden. Wij hopen daarvan later eene mededeeling te ontvangen.

Dr. LORIÉ achtte een onderzoek dicht bij de Maas, nabij Grave wenschelijk, omdat verschillende waarnemingen hem deden vermoeden, dat daar ter plaatse de lagen van het Eemstelsel, of wellicht zelfs van het Tertiair, op eene betrekkelijk geringe diepte zouden te bereiken zijn. Hij is daarom eene boring tot 20 Meters begonnen, waarvoor hij onzen steun heeft ingeroepen. Is de verwachte uitkomst nog niet verkregen, zoo bestaat toch het uitzicht, dat de boring door het Bestuur van het Gymnasium te Grave zal voortgezet worden tot grootere diepte.

Dr. H. VAN CAPPELLE heeft zich gedurende een groot gedeelte der zomervacantie bezig gehouden met de voortzetting zijner waarnemingen in het diluviaal-plateau van de Veluwe, voornamelijk den Oost- en Zuidrand daarvan. Aangezien hem door zijne verplaatsing naar Wageningen de tijd nog heeft ontbroken om de uitkomsten van dit onderzoek te bewerken, heeft hij zich tot een kort verslag moeten bepalen, hetgeen wij de vrijheid nemen als bijlage aan ons Verslag toe te voegen.

Dr. SCHROEDER VAN DER KOLK kon in den afgeloopen zomer geenen arbeid in het veld verrichten, omdat hij met Dr. LORIÉ eene reis naar het buitenland heeft gemaakt ten gevolge eener opdracht van Z. E. den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid, om zich bekend te maken met de methoden die in Duitschland en in Denemarken voor de geologische opneming dier landen gevolgd worden.

Dr. SCHROEDER VAN DER KOLK heeft evenwel het onderzoek over zijne methode tot kaarteering onzer zandgronden voortgezet, en als

vrucht daarvan ons een tweede opstel over dit onderwerp doen toekomen, hetgeen wij in de October-vergadering U hebben aangeboden.

De Heeren BEHRENS en LELY hebben daarover een gunstig verslag uitgebracht, en het stuk zal over korten tijd in de werken der Akademie verschijnen als mededeeling n°. 21. Bovendien is door Dr. SCHROEDER VAN DER KOLK een onderzoek aangevangen van het zand eener duin- en strandraai bij Katwijk.

De Heer G. REINDERS heeft ons toegezonden eene verhandeling over zijn onderzoek 1e van een door hem in het Ederveen ontdekt mineraal: gekristalliseerd ijzercarbonaat in moerasijzererts, en 2e naar het ontstaan van het moerasijzererts in den Nederlandschen bodem. Wij hebben dit stuk in de April-vergadering aangeboden. Na een gunstig verslag van de Heeren VAN BEMMELEN en MARTIN is het in de werken der Akademie opgenomen als mededeeling n°. 20.

Ten slotte heeft nog de Heer C. HOITSEMA dezen zomer zijn bezoek aan het Emmer Compascuum herhaald, ter voortzetting van het onderzoek van het voorkomen en de samenstelling der nesten van witte klien (amorph ijzercarbonaat) en vivianiet (zie het vorige Jaarverslag 1895 blz. 207). Wij zien de uitkomst van deze onderzoekingen, waarvan ons reeds een kort verslag gewerd, nader tegemoet.

Wij hebben de eer U voor te stellen:

1e Aan de Heeren LORIÉ, VAN CAPPELLE, SCHROEDER VAN DER KOLK en REINDERS den dank te betuigen voor hunnen arbeid ter vermeerdering onzer geologische kennis van Nederland.

2e Aan Z. E. den Minister van Binnenlandsche Zaken eene Toelage van *f* 500.— te vragen voor het Geologisch onderzoek in Nederland over 1898.

'S GRAVENHAGE en LEIDEN.

De Commissie voor het Geologisch onderzoek in Nederland:

VAN DIESEN.
K. MARTIN.
J. M. VAN BEMMELEN,
Secretaris.

Bijlage.

De Heer VAN CAPPELLE vat zijne uitkomsten aldus samen:

De grondmoraine bleek op de hoogten hier en daar eilandjes op de praeglaciale doorboringen te vormen (Wageningsche berg), en van Loenen over Beekbergen, Apeldoorn, Vaassen, Epe, Heerde enz. in

eene smalle strook tegen de hellingen aan te liggen, eene scheiding vormende tusschen het praeglaciale grint der hoogten en het lager liggende diluviale zandheuvelterrein.

In de tweede plaats werd de verspreiding en de samenstelling van laatstgenoemd terrein, het zoogenaamde heide- of hellingzand nagevorscht, dat op STARING's kaart meestal nog van het grint-diluvium een deel uitmaakt.

Deze herhaalde afwisseling van praeglaciaal grint, grondmoraine en jonger heuvelzand maakt de Veluwe tot een der moeilijkste terreinen voor den kaarteerenden geoloog.

Met het oog op de vraag naar de vormingswijze en den tijd van ontstaan, werd de bouw der zandheuvels ook hier op talrijke plaatsen nagegaan.

Merkwaardig waren weder de veelvuldige tusschenvoegingen in de laagswijs opgebouwde zandheuvels van eenen ouden, humusrijken, veel verveende boomwortels bevattenden bovengrond. Terwijl nl. in ons land de grondmoraine tot uitgangspunt gebezigd wordt om de praeglaciale vormingen van het postglaciale diluvium (die diluviale gronden, welke na den terugtocht van het oudste landijs ontstaan zijn) te scheiden, zal dit oude bodemoppervlak ook eene scheiding van het zand dezer heuvels mogelijk maken, en ons in elk bizonder geval kunnen leeren of een alluviale ouderdom van het bovenliggende zand al dan niet is buitengesloten. Op de kaart zal eene zoodanige scheiding echter nooit kunnen worden aangebracht, daar de oude bovengrond slechts zeer plaatselijk ontwikkeld werd gevonden, en nu eens niet tot ontwikkeling zal gekomen zijn, dan weder door de jongere stroomen bleek weggespoeld te wezen.

De afdeeling vereenigt zich met de voorstellen van het Jaarverslag, en de Voorzitter dankt de Commissie namens de Vergadering.

Sterrenkunde. — De Heer J. A. C. OUDEMANS brengt, ook namens den Heer J. C. KAPTEYN, het volgende verslag uit over de verhandeling van den Heer A. PANNEKOEK, getiteld: „*Untersuchungen über den Lichtwechsel von β Lyrae*".

De ondergeteekenden, kennis genomen hebbende van genoemde verhandeling, hebben de eer daaromtrent het volgende te berichten:

Het is nu 112 jaren geleden, dat door den engelschen liefhebber-sterrekundige GOODRICKE ontdekt werd, dat de ster β Lyrae veranderlijk van licht is, en wel zoodanig dat zij telkens na ongeveer 12 dagen en 22 uren een hoofdminimum bereikt, terwijl zij, ongeveer

midden tusschen elk paar hoofdminima, nog een secundair minimum vertoont.

Zoowel deze bijzonderheid, als de regelmatigheid, waarmede hare lichtafwisselingen plaats hebben, maakten deze veranderlijke reeds dikwijls tot een voorwerp van onderzoek. GOODRICKE zelf bepaalde hare periode reeds vrij nauwkeurig, en sedert is zij door de voornaamste veranderlijke-sterrenwaarnemers met voorliefde in hare lichtafwisseling gevolgd. ARGELANDER leverde twee malen, in 1844 en 1859, eene verhandeling over haar, waarbij hij ook de waarnemingen van WESTPHAL en SCHWERD raadpleegde; daarna werd het onderzoek naar hare lichtwisseling behandeld door SCHÖNFELD, SCHUR en REED, terwijl JULIUS SCHMIDT te Athene haar, begunstigd door den helderen hemel van die plaats, jaren lang bijna dagelijks waarnam, zonder zich echter met een onderzoek naar hare periode in te laten.

ARGELANDER toonde reeds in zijne eerste verhandeling aan, dat de periode tusschen de hoofdminima veranderlijk was; bij elke volgende periode (van bijna 12 d. 22 u.), werd diezelfde periode $0^s,6$ langer, maar ook die verlenging was niet standvastig, en werd weder telkenmale met $\frac{1}{13000}$ van haar bedrag verminderd.

Telt men dus de perioden (E) van een bepaald tijdstip af, dan kunnen de tijdstippen der minima door eene formule van den vorm

$$T + aE + bE^2 - cE^3$$

worden voorgesteld, en met deze 4 termen kon ARGELANDER de waargenomene minima binnen de fouten der waarneming voorstellen. Als men echter nagaat, dat, zelfs door met eene nagenoeg nauwkeurige periode de waarnemingen van eenige jaren binnen ééne periode te condenseeren, de middelbare fouten der daardoor verkregene normaalminima nog eene middelbare fout van een uur en meer kunnen bezitten, dan is het begrijpelijk dat, als latere waarnemingen aantoonen dat de formule de minima steeds te vroeg of te laat aangeeft, eene wijziging der epoche T en der coëfficiënten a, b, en c, voldoende kan zijn om zoowel de oudere als de latere waarnemingen van het minimum behoorlijk voor te stellen. Gelukt dit niet, dan is men wel gedwongen de formule te wijzigen, hetzij door er nog eene hoogere-machtsterm, hetzij door er cyclische termen bij te voegen, zooals ARGELANDER ook bij verscheidene veranderlijke sterren beproefd heeft.

Het onderzoek van den heer PANNEKOEK omvat het tijdvak van

1784 tot 1895, dus 111 jaar of 3129 perioden; waarin normaal-minima zijn vastgesteld, afgeleid uit de waarnemingen van GOODRICKE, WESTPHAL, SCHWERD, ARGELANDER, OUDEMANS, SCHÖNFELD, JULIUS SCHMIDT, SCHWAB, SCHUR, SAWYER, REED, YENDELL, PLASSMANN, GLASENAPP, MENZE en den Schrijver zelven; in het geheel 24 minima, waaraan echter verschillende gewichten moesten worden toegekend.

Door toepassing van de methode der kleinste vierkanten bleek het den Schrijver, dat de coëfficiënten der derde-machtsformule van ARGELANDER nog zoodanig gewijzigd konden worden, dat zij aan al de waarnemingen voldeed. De epoche van 1855 wordt nagenoeg niet gewijzigd, de aanvankelijke periode wordt bijna 16 seconden langer, de verlenging wordt bijna 10 percent sterker, de vermindering der verlenging 25 percent. Bij de proef aan de normaal-minima bleken de teekens af te wisselen.

Met behulp der verbeterde formule heeft de Schrijver eene tafel berekend, gevende van elk jaar van 1837 tot 1908, het eerste hoofdminimum, waardoor het vergelijken van *waargenomene* hoofd-minima met de formule gemakkelijk gemaakt wordt.

De Schrijver heeft zich niet enkel bij het hoofdminimum bepaald, maar ook nagegaan of het verloop der lichtafwisseling ook veranderingen ondergaan heeft, en of er zich ook met eenige zekerheid onregelmatigheden in de helderheid hebben voorgedaan. Deze beide zijn misschien waarschijnlijk, echter niet volkomen zeker aan te toonen.

JULIUS SCHMIDT, die 38 jaren lang, van 1845 tot 1883, te Bonn, Olmütz en Athene, onze veranderlijke ster aanhoudend in het oog hield, was vooral in de laatste plaats, door de heldere Atheensche lucht begunstigd, bijna dagelijks in staat de helderheid der ster aan te teekenen. Daardoor kon hij, door die helderheden als ordinaten op te zetten, de maxima en minima door het trekken van helderheidskrommen, afleiden. Deze laatste, althans de hoofd- en secundaire minima, heeft hij bekend gemaakt, zijne oorspronkelijke aanteekeningen echter niet. De Schrijver heeft zich de moeite getroost, al de opgegevene tijdstippen aan de tafels van ARGELANDER te toetsen, en op die wijze de gemiddelde afwijking der formule van jaar tot jaar te bepalen. De tabel met de gevondene verschillen, die voor ieder, die zich later met het onderzoek dezer ster bemoeit, van het uiterste belang is, heeft de Schrijver aan zijne verhandeling toegevoegd.

Hoewel de physische verklaring der lichtverandering dezer ster, die zooals de spectroscopie heeft geleerd, aan het aan elkander voorbijgaan van twee zonnen met verschillende spectra moet toegeschre-

ven worden, in het onderzoek van den heer PANNEKOEK geheel buiten beschouwing blijft, heeft hij toch het zijne daaraan toegebracht om den aard en de maat der lichtafwisseling te doen kennen, en dit moet voorafgaan, eer men er toe over kan gaan, om eene physische verklaring te toetsen en in hare bijzonderheden uit te werken.

Het oordeel van Verslaggevers is, dat de heer PANNEKOEK door zijn onderzoek een verdienstelijk werk heeft gedaan, en volgaarne vereenigen zij zich tot het advies aan de Afdeeling, om zijne verhandeling eene plaats in de werken der Akademie te geven.

UTRECHT en GRONINGEN, Januari 1897.

J. A. C. OUDEMANS.
J. C. KAPTEIJN.

De conclusie van dit verslag wordt goedgekeurd.

Aardkunde. — De Heer VAN BEMMELEN brengt, ook namens den Heer BEHRENS, het volgende verslag uit over de verhandeling van den Heer Dr. J. LORIÉ: „*Mededeelingen omtrent verschillende in den laatsten tijd in Nederland gedane grondboringen*".

Door den Heer J. LORIÉ is een verslag aangeboden, dat in de geschriften ter voorbereiding eener nieuwe geologische kaart zou kunnen worden opgenomen.

1⁰. In het eerste gedeelte wordt de gesteldheid der aardlagen in de sluisput te Woudrichem beschreven, in de afdamming der Maas in 1895.

2⁰. In het tweede hoofdstuk worden uitvoerig de grondmonsters beschreven, afkomstig van tien boringen, die in 1894 ten behoeve van waterverzorging te Wageningen uitgevoerd zijn.

Hierbij sluiten zich beschouwingen aan over de uitkomsten dezer boringen.

3⁰. Op dezelfde wijze wordt in het derde stuk, over vier boringen gehandeld, die in 1894 te Winterswijk in de nabijheid van het station der Geldersch-Overijselsche Spoorweg-Maatschappij verricht zijn.

4⁰. Worden beschreven de aardsoorten van drie boringen in 1896 nabij Weesp, ter diepte van 21—13 Meters, en het wetenswaardige medegedeeld van 38 ondiepe boringen die in 1886 in de nabijheid zijn uitgevoerd, bij den aanleg der Amsterdamsche Vechtwaterleiding. Het bestaan van een diluvialen heuvel met granietblokken is daar ter plaatse ontdekt.

5°. Aan het slot volgen beschouwingen over de boringen langs het Merwedekanaal, ook in verband met de boringen te Weesp.

Bij het eerste stuk behoort eene teekening, bij het tweede en evenzoo bij het vierde eene plaat met profielen en een liggingskaartje.

Het is niet wel doenlijk, een beknopt overzicht der beschouwingen en gevolgtrekkingen te geven, die in de genoemde stukken bevat zijn. De Commissie zou wenschen, dat den Heer LORIÉ in bedenking gegeven werd, met enkele woorden bij elk stukje samen te vatten, wat belangrijks door hem gevonden is. Dergelijke korte opgaven zullen later van belang zijn voor het naslaan der talrijke boringen, die reeds gedaan zijn, en die zeker nog met een groot aantal zullen vermeerderd worden.

Overigens is de Commissie van oordeel, dat de genoemde vier stukjes aan het voorgenomen doel beantwoorden: d.i. te zorgen dat gedane boringen en blootgelegde profielen niet verloren gaan, maar door studie en beschrijving voor eene later op te maken kaart van den bodem van Nederland bewaard blijven, en dat zij in zooverre verdienen in de geschriften der Akademie opgenomen te worden.

DELFT, LEIDEN.

De conclusie van het Verslag wordt goedgekeurd.

Physiologie. — De heer ENGELMANN spreekt: „*Over de snelheid waarmede prikkels van verschillende sterkte door de spiervezelen worden voortgeplant*," naar aanleiding van proeven door Spreker en Dr. H. W. F. C. WOLTERING te Utrecht genomen en biedt een opstel daarover aan voor het Verslag der Vergadering.

Tot dusverre is de vraag, of de voortplantingssnelheid der spiergolf een functie van de sterkte der irritatie is, niet beantwoord, omdat het niet mogelijk scheen, de werking der electrische stroomen, die als prikkels moeten worden gebezigd, telkens op hetzelfde punt der spier te localiseeren. Deze moeilijkheid wordt intusschen opgeheven door de methode van extrapolaire verzwakking der stroomdichtheid, beschreven in de zitting der K. Akademie van 30 November 1895, welke methode op de volgende wijze toegepast werd.

De gecurariseerde, matig gespannen Sartorius van eenen kikvorsch werd op den kurken bodem van een vierkanten glazen bak (soms ook in situ in 't levende dier) zoodanig tusschen met Nacl. 0.6 pCt. gedrenkte breede en dikke zeemlederstrooken en watten onbewegelijk bevestigd, dat slechts de beide uiteinden over een lengte van minder of weinig meer dan 5 mM. vrij bleven. Het eene uiteinde

werd met een paar naaldelectroden vastgestoken, het andere door een zijden, over een katrol op den bodem van het bakje loopenden draad met een langen, lichten hefboom verbonden, die de contractie er van, 12, 24 of 36 maal vergroot, met een uiterst fijne punt op den cylinder van het pantokymographion opschreef. Ook tegen het schrijvende uiteinde der spier werd een paar naaldelectroden geplaatst. Afwisselend werd nu het eene en het andere einde der spier, in regelmatige pauzen van $^1/_2$ minuut—1 minuut, geprikkeld met telkens een enkelen inductieslag van binnen ruime grenzen symmetrisch klimmende en weder dalende stroomsterkte. De prikkeling geschiedde automatisch door sluiting of opening van den primairen stroom met behulp van het polyrheotoom, dat op de as van het pantokymographion was bevestigd. De as werd door het vedermechanisme in omwenteling gebracht, de snelheid van het schrijfvlak op het oogenblik der prikkeling door een stemvork van 50 trillingen in de secunde onder de spierkromme geregistreerd. (zie Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. 1895 blz. 28 en vlg. en de dissertatie van W. A. Boekelman, het pantokymographion enz. Utrecht 1894). De tijden (λ) tusschen de momenten van prikkeling en begin van contractie en evenzoo de hefhoogten (h) werden nauwkeurig uitgemeten. Teekent men de in iedere proefreeks gevonden waarden van λ als ordinaten op de abscis der hefhoogten en verbindt men de toppen der ordinaten, behoorende tot de proeven met directe prikkeling, door een lijn, en evenzoo die, behoorende tot de proeven met indirecte prikkeling, zoo verkrijgt men voor iedere proefreeks twee krommen, waarvan de onderste aangeeft het verloop van λ als functie van h voor directe, en de bovenste hetzelfde voor indirecte prikkeling. Uit den vertikalen afstand van beide krommen ($\Delta\lambda$) en den bekenden afstand van het schrijvende einde van het andere uiteinde der spier (meestal 20—40 mM.) kan voor iedere hefhoogte, dus voor iedere sterkte van irritatie, de voortplantingssnelheid worden berekend. De zwakste contracties moeten buiten beschouwing blijven. Deze zijn niet streng vergelijkbaar, daar men niet de zekerheid heeft, dat in die gevallen bij directe en bij indirecte prikkeling dezelfde spiervezelen, of een gelijk aantal spiervezelen in werking worden gebracht, en buitendien, omdat de scherpe bepaling van λ bij zeer geringe hefhoogte onmogelijk wordt

De graphische constructie toont nu, dat de beide uit iedere proefreeks afgeleide krommen over hare geheele uitgestrektheid (het eerste begin uitgezonderd, waar veel onregelmatigheid bestaat) *streng evenwijdig tot elkander loopen*, en wel nagenoeg rechtlijnig, met een geringe, allengs tot nul of nagenoeg nul afnemende helling tegen de abscis.

Het verschil in latentie bij directe en indirecte prikkeling is dus binnen zeer ruime grenzen der sterkte van prikkeling constant, m. a. w.: *de intensiteit van den prikkel heeft geen invloed op de voortplantingssnelheid der irritatie.* De grenzen, binnen welke die wet geldt, liggen volgens onze proeven tusschen 100 pCt. en zeker minder dan 10 pCt. der maximale waarde der hefhoogte. Men mag dus wel vermoeden, dat ook voor nog zwakkere irritaties de geleidingssnelheid onafhankelijk van de irritatiesterkte zal zijn. In de gevondene onafhankelijkheid ligt tevens een bewijs voor de exactheid der gevolgde methode, speciaal voor de strenge beperking der directe prikkeling ook bij de sterkste der gebezigde inductiestroomen tot het geprikkelde vrije uiteinde der spier. Maakt men geen gebruik van den kunstgreep der verzwakking der extrapolaire stroomdichtheid, dan blijkt in overeenstemming met hetgeen op physische gronden te wachten is en ook door vroegere waarnemers opgemerkt werd, de latentie bij indirecte prikkeling met klimmende sterkte van den prikkel spoediger af te nemen dan bij directe prikkeling. Er ontstaat dus de schijn van een klimmen der geleidingssnelheid met de sterkte der irritatie.

De helling der geconstrueerde krommen tegen de abscis bewijst, dat onder de gegeven voorwaarden de duur van het stadium van latente energie met klimmende sterkte van den prikkel allengs vermindert. Aanvankelijk sneller, later langzaam dalend bereikt λ eindelijk een minimum, dat ook bij verdere verhooging der intensiteit der prikkelende electrische stroomen niet meer overschreden wordt en waarvan de absolute grootte met de relatieve belasting, d. i. met de belasting in verhouding tot de dwarse doorsnede der spier klimt. De minimale grenswaarde bedroeg in de proeven van spr. en den heer W. meestal 0 01—0.015 Sec.

Evenals door vroegere waarnemers werd ook nu de *absolute* grootte der voortplantingssnelheid zeer verschillend gevonden. Een gedeelte dier verschillen kan teruggebracht worden op de onvermijdelijke fouten en onnauwkeurigheden bij de bepaling der lengte van het geleidende spierstuk; ook temperatuurverschillen kunnen iets medegewerkt hebben, hoewel in de meeste proeven de temperatuur der spier omstreeks 20° C. bedroeg, op welke hoogte slechts een zeer geringe invloed te wachten is. De voornaamste verschillen zijn van specifieken d. i. individueelen aard, of afhankelijk van de wijze van prepareeren der spier en van den tijd sedert het begin der proef verstreken. De hoogste waarden werden steeds bij geheel versche preparaten gevonden. Zij overtroffen in enkele gevallen niet onbelangrijk de grootste tot dusverre gemetene (Bernstein: 4.75 Meter,

Hermann 3.813 Meter). Snelheden van 6 Meter en iets daarboven werden bij den Sartorius in situ, bij behouden circulatie, herhaaldelijk gevonden, maar ook wel eens bij uitgesneden preparaten. Dat is ongeveer de helft van de geleidingssnelheid in de levende spieren van den mensch volgens L. HERMANN (10 à 13 Met.) De verhouding is dus dezelfde als ten opzichte van de geleidingssnelheid in de zenuwen van kikvorsch en mensch. De meest voorkomende snelheden bedroegen bij uitgesneden spieren, in het eerste halve uur na de preparatie, 2.5—4 Meter. Gedurende iedere proef neemt, behalve bij de in situ onderzochte, aanhoudend van bloed doorstroomde spieren, de snelheid allengs af. De daling schijnt aanvankelijk sneller, later langzamer plaats te grijpen. De hoogste waarden zullen dus de normale het meest nabijkomen.

TABEL.

N°.		l. in mm.	$\Delta\lambda$ in mm. = sec.	n′	n	h min.	h max.	v in Meters.	t° C.	
1	↓	30	5.0 = 0.005	15	11	2.3	45.5	6.0	23.0	
2	↓	22	3.0 = 0.004	8	7	1.8	9.6	5.5	19.5	in situ.
3	↓	20	2.5 = 0.004	13	10	0.6	17.0	5.0	22	in situ.
4	↓	40	8.0 = 0.008	11	10	6.0	32.0	5.0	19.5	
5	↓	25	6.0 = 0.006	12	10	4.5	30	4.2	22.5	
6	↓	30	8.5 = 0.008	11	11	5.2	39	3.7	19	
7	↓	15	3.0 = 0.004	10	10	7.5	48.5	3.7	25	
8	↓	30	10.0 = 0.009	10	9	3.5	17.0	3.3	19	
9	↓	35	12.0 = 0.011	8	8	5.7	38	3.2	19.5	
10	↓	20	8.0 = 0.010	10	10	3.5	29	2.8	20	
11	↑	15	4.5 = 0.006	13	9	6.5	30.5	2.5	25	
12	↓	15	4.5 = 0.006	10	10	6.5	56.5	2.5	20	
13	↓	19	6.0 = 0.009	7	9	6.5	> 80	2.1	20	
14	↑	20	6.5 = 0.010	8	7	3.5	> 70	2.0	20	
15	↑	20	8.0 = 0.010	10	10	3.5	29	2.0	20	
16	↓	20	13.0 = 0.012	10	9	4.0	26	1.7	22	
17	↓	20	13.0 = 0.014	18	12	6.8	22.5	1.4	21	
18	↑	15	10.0 = 0.013	10	10	9.0	55.0	1.2	20	

Ter nadere toelichting strekke de voorgaande tabel waarin de uitkomsten van 18 proefreeksen bijeengebracht zijn. Allen hebben op

spieren van Rana esculenta betrekking. De proeven zijn gerangschikt naar de grootte der gevonden geleidingssnelheid, l is de lengte van het tusschen de beide uiteinden gelegen, gefixeerde gedeelte der spier, dus de lengte der geleidingsbaan; $\Delta\lambda$ het (constante) verschil in latentie bij directe en indirecte prikkeling; h_{min} de kleinste, h_{max} de grootste hefhoogte voor welke hetzelfde $\Delta\lambda$ gevonden werd; n' en n het aantal contracties van verschillende grootte bij directe (n) en indirecte (n') prikkeling, dat aan de constructie der krommen ten gronde lag, v de voorplantingssnelheid, t de temperatuur. De pijl geeft aan of de voortplanting geschiedde in de richting van het bekken naar het knieëinde (↓) of omgekeerd (↑).

Scheikunde. — De Heer VAN BEMMELEN doet eene mededeeling „*Over de chemische metamorphose van het phosphaat in fossiele beenderen*" en biedt daarover een opstel aan voor het Verslag der Vergadering.

In de vergadering van 2 Juni l.l. deelde ik het onderzoek mede van de samenstelling van een fossiel been (femur) van een olifant, uit het tertiair van Java, wat betreft het fluorcalciumgehalte, in verband met den geologischen ouderdom der tertiairlaag. Het fluorgehalte werd bevonden 1.7%, en het verhoudingscijfer van CARNOT 0.53.

Om dat laatste cijfer te bepalen werd eene nauwkeurige P_2O_5 bepaling vereischt; daaruit vloeide eene nauwkeurige analyse van het geheel voort, en deze leidde tot de niet onbelangrijke uitkomst, dat het phosphaat eene metamorphose in dien zin heeft ondergaan, dat het behalve fluorcalcium ook oxyden heeft opgenomen en dus basischer geworden is

Het was daartoe noodig de insluitsels te onderscheiden van de in het phosphaat opgenomen stoffen.

De verbinding van het mikroskopisch met een uitvoerig qualitatief en een volledig quantitatief onderzoek leerde het volgende.

Het weefsel, dus 1°. de beenholten [1]), 2°. de Haversche lamellen, de Tusschen-lamellen en de Grond-lamellen, 3°. de Haversche kanaaltjes, alle zijn nog op de lengte en de dwarsdoorsnede geheel te herkennen. De organische stof, die oorspronkelijk ± 1/3 heeft bedragen, is tot op enkele % humusachtige stof vergaan. In het kompakte gedeelte van het been zijn enkel de Haversche kanaaltjes gevuld met kristallijne koolzure kalk. De kleur van dit kompakte gedeelte is bruingeel, en deze kleur is die van het organisch overblijfsel, niet van het ijzeroxyde.

---

[1]) Vroeger beenlichaampjes genoemd.

De kristallijne koolzure kalk 1°. vormt eene harde korst aan den buitenwand, 2°. vult de Haversche kanaaltjes in het kompakte gedeelte van het been, evenals de mergholten in het sponsachtige gedeelte. In het binnenste is, zooals zich bij een femur laat verwachten, het beenweefsel verdwenen en is eene dikke korst van groote kalkspathkristallen afgezet, die de holte gedeeltelijk of geheel opvullen.

Tusschen die koolzure kalk is hier en daar pyriet afgezet, in dendritischen vorm, zonder duidelijke kristalvlakken en wel in de buitenste korst en in de holten. In het kompakte gedeelte komt het pyriet alleen voor in de buitenste laag die daardoor eene donkerder kleur bezit.

Uit eene uitvoerige qualitatieve analyse, waarbij de stof achtereenvolgens met verdund azijnzuur, zoutzuur, salpeterzuur enz. werd behandeld, bleek het dat de opgenomen stoffen — die dus niet als insluitsels zijn te beschouwen — zijn: Fluorcalcium, kalk, ijzeroxyde, mangaanoxydule.

De volgende tabel bevat de gewichtsanalyse [1]):

A van de kompakte stof, zooveel mogelijk vrij van het spongieuse gedeelte, luchtdroog.

B van dezelfde, niet vrij daarvan, evenzoo luchtdroog.

Naast de procentcijfers zijn, zooals ik sedert vele jaren bij mineraal-analysen gewoon ben, de Aequivalentcijfers geplaatst.

Uit deze analysen kunnen de volgende gevolgtrekkingen afgeleid worden, in verband met het mikroskopisch en qualitatief onderzoek.

De bases overtreffen de zuren. Het *pyriet* ($Fe\,S_2$) kon van de beenzelfstandigheid afgescheiden en afzonderlijk bepaald worden, aangezien het niet in verdunde zuren oplosbaar is. Het overige ijzer is als *ijzeroxyde* voorhanden (slechts een spoor ijzeroxydule) en werd eerst na de uittrekking met azijnzuur door verdund zoutzuur opgelost. Het mag als phorphorzuur ijzeroxyde aangenomen worden 1°. aangezien deze zoutzure oplossing, ofschoon zij nog eenig kalciumphosphaat bevatte, meer phosphorzuur inhield dan voor de kalk noodig was, 2°. aangezien de gele kleur van het organische

[1]) De bepalingen van $P_2\,O_5$, Fl, CO_2, CaO, MgO, MnO, $Fe_2\,O_3$, zijn herhaald, en wel die van $P_2\,O_5$ en CaO naar verschillende methoden. Deze cijfers zijn dus alle gemiddelden van uitkomsten, die slechts $\pm$ 0.1 of minder verschillen. Het gloeiverlies is herhaaldelijk bepaald (organ. stof + sterker gebonden water), naar de methode, door mij gevolgd en beschreven in Landw. Vers. Stat. 1890 **37** 278—287. Daarbij is rekening gehouden met den invloed van het pyriet, van het mangaan en van het karbonaat op het gloeiverlies-cijfer, en is alzoo dit cijfer daarvan bevrijd.

	A		B		
	%	Aequivalent.	%	Aequivalent.	
P_2O_5	30.30	128.0^{4}	27.77	117.3^{4}	* Berekend uit het P_2O_5 gehalte volgens de verhouding van A.
Fl	1.45	7.6^{1}	1.33 *	7.0^{0}	
CO_2	6.11	27.7^{7}	8.61	39.1^{4}	
SO_3 en Cl	0 0		0.0		
		Som 163^{4}		Som 163^{5}	
K_2O	Sporen		Sporen		
CaO	49.14	175.5^{0}	48.08	171.7^{2}	
MgO	0.31	1.5^{5}	0.3	1.5^{0}	
MnO	1.28	3.6^{1}	1.25	3.5^{2}	
Fe_2O_3	0.61	2.2^{8}	0.65	2.4^{4}	
		Som 182^{9}		Som 179^{2}	
FeS_2	0.41		2.55		
H_2O	4.21	Meer basis dan zuur 19^{7} Aeq.	3.69	Meer basis dan zuur 15^{7} Aeq.	
Org. stof en bij 100° nog gebond. water	± 7.		± 5.		
Onopl stof	0.05		0.48		
Som	100.87		99.71		
Af voor zuurstof	0.61		0.56		
	100.2		99.2		

overblijfsel door de uittrekking van dat ijzeroxyde niet merkbaar verminderde. De *magnesia* mag beschouwd worden als oorspronkelijk aanwezig te zijn geweest, aangezien deszelfs gehalte minder dan het oorspronkelijke bedraagt. Van het *mangaan* is het niet gansch zeker of het geheel als in het phosphaat opgenomen mag beschouwd worden, dan wel of het (voor een deel althans) als karbonaat aanwezig is. Bij de behandeling met verdund azijnzuur, dat zeer langzaam het karbonaat aantast, werd reeds dadelijk veel mangaan opgelost; maar nadat de koolzuurontwikkeling had opgehouden, was nog mangaan in het overblijvende aanwezig. Ook was in de koolzure kalkafzetsels der holten slechts eene geringe hoeveelheid mangaan aanwezig. Voorts levert de natuur ons mangaan-apatieten. Het mangaan mag dus waarschijnlijk grootendeels bij het phosphaat gerekend worden.

Eene aanmerkelijke hoeveelheid kalk, 3,81% in A, 2.8% in B blijft over, ook indien al het phosphorzuur, fluor en koolzuur als kalcium- en magnesiumzouten in rekening worden gebracht, en indien het mangaan en het ijzer niet aan het phosphorzuur gebonden worden.

Wilde men aannemen, dat ook MnO en Fe_2O_3 normale phosphaten vormen, dan zoude de overblijvende kalk tot 5.46 (A) en 4.5 (B) % stijgen.

Die kalk kan niet aan de geringe hoeveelheid overgebleven organische stof gebonden zijn, want deze bedraagt slechts ± 2%. Zij moet dus in het phosphaat opgenomen zijn. De *koolzure kalk*, die in het been normaal ± 7%, in de beenasch ± 10% bedraagt (of op 100 d. P_2O_5 24.5 d. $CaCO_3$) [1]) is vermeerderd. Zij wordt berekend:

in A 13.88%	waarvan oorspronkelijk	7.4%	en dus	6.48%
in B 19.57%	aanwezig als $CaCO_3$	6,8%	opgenomen	12.77%

Die hoeveelheden van 6.48 en 12.77% $CaCO_3$ maakt de vulling der Haversche kanaaltjes en der holten uit, en is misschien ook voor een klein deel in het weefsel tusschen het phosphaat opgenomen, hetgeen echter niet uit te maken is.

De volledige procentische berekening van de samenstelling van het fossiele been, als aangenomen worden: $CaCO_3$, $P_2O_5 . 3\,CaO$, $P_2O_5 . 3\,MnO$, $P_2O_5 . Fe_2O_3$, $CaFl_2$, nevens de overschietende CaO, voorts nog FeS_2, water en organische stof, is vrij overtollig, want zij leert weinig. Bovendien is dan eene tweede procentische samenstelling noodig voor de veronderstelling, dat het Mangaan als $MnCO_3$ aanwezig is en het Fe_2O_3 niet aan een zuur gebonden is.

Beter schijnt het mij toe de formule van de samenstelling te berekenen, in vergelijking met die van het Apatiet $[P_2O_5(CaO)^3]^3$ $CaFl_2$.

De onzekerheid in de verdeeling van de koolzure kalk ten eerste als insluitsel in de holten, ten tweede als opgenomen in de lamellen, en ten derde als oorspronkelijk in het been aanwezig, in het oog houdende, zoo wordt dan de samenstelling:

---

[1]) In de veronderstelling dat de magnesia en het mangaanoxydule tot het phosphaat behooren.

		A	B
Insluit-sels.	Onopl. deelen	0,05	0.48
	FeS_2	0.41	2.55
	$CaCO_3$	6.63	12.77
Minerale beenstof.	$CaCO_3$	7.4	6.80
	$CaFl_2$	2.77	2.73
	Phosphaat	71.73	65.13
organisch overblijfsel en water.	Organ. stof en sterker gebonden water	7.	5.
	Water bij 110° uitgedreven.	4.21	2.69
		100.2	99.2

Het phosphaat heeft de volgende samenstelling:

stof A . . . $[P_2O_5(CaO)^3]^3$. $0,5^3$ $CaFl_2$. 1.37 Ca $(Mg, Mn, Fe_{2/3})$ O.

stof B . . . $[P_2O_5(CaO)^3]^3$. 0.5^4 $CaFl_2$. 1.19^5 Ca $(Mg, Mn, Fe_{2/3})$ O.

Het laatste lid is aldus samengesteld:

	A	B
CaO	0.85 Mol.	. . . . . . 0.63 Mol.
MgO.	0.11 „	. . . . . . 0.11^5 „
MnO.	0.25 „	. . . . . . 0.27 „
$\frac{Fe_2O_3}{3}$ . . .	0.16 „	. . . . . . 0.18 „
	1.37 Mol.	1.19^5 Mol.

[1]) Aldus berekend voor A:

	Aeq.	Mol.	Op 3 Mol. P_2O_5 berekend.
P_2O_5	128.04	21.34	3.00 P_2O_5
CaO [175.50 – (7.61 Fl + 27.77 CO_2)]Aeq.=	140.12	70.06	9.84^9 CaO
MgO	1.55	0.77^5	0.10^9 MgO
MnO	3.61	1.80^2	0.25^4 MnO
Fe_2O_3	2.28	0.76	0.16 $\frac{Fe_2O^3}{3}$
$CaFl_2$	7.61	3.80^5	0.53^2 $CaFl_2$

Op dezelfde wijze voor B.

Het blijkt tevens dat voor A en B ongeveer dezelfde samenstelling van het phosphaat gevonden is, al bevat B veel meer insluitsels dan A.

Al neemt men aan, dat het mangaan geheel of gedeeltelijk als karbonaat aanwezig is, dan brengt dit geene verandering aan in de cijfers 1.37 (A) en 1.19[5] (B), want dan moet de aequivalente hoeveelheid kalk in het phosphaat evenveel vermeerderd worden, als de hoeveelheid mangaan verminderd is. Hetzelfde geldt als de phosphorzure magnesia afzonderlijk wordt berekend. Dus is bewezen dat het phosphaat basischer is geworden. Ook is aan te nemen dat het phosphaat basisch water opgenomen heeft, want de gevondene hoeveelheid water die bij 100° wordt vastgehouden, is niet gering. De organische stof bedroeg in B volgens de elementair-analyse slechts ± 2 pCt. Hoe moet nu die overmaat van basis opgevat worden?

Het is bekend dat in de natuur apatieten gevonden worden, die niet een gansch molekuul $Ca\,Fl_2$ bevatten (op 3 mol $Ca_3\,P_2\,O_8$), maar waarin een deel door $Ca\,Cl_2$, en volgens de analysen van VÖLCKEL [1]) zelfs nog door CaO aequivalent vervangen is [2]). De Triploïdiet is een mangaan-wagneriet, waarin 1 mol $Mn\,Fl_2$ vervangen is door $Mn\,(O\,H)^2$. In de beenzelfstandigheid is echter niet alleen $Ca\,Fl_2$, CaO, MnO, $Fe_2\,O_3$ en zeker ook water opgenomen, maar de aequivalente hoeveelheid daarvan bedraagt meer dan 1 Mol. op 3 Mol. $Ca_3\,P_2\,O_8$, namelijk 1.9 (A) en 1.74 (B). Ook moet basisch water nog daarbij komen.

Ik meen, dat hier niet eene vorming van apatiet, naar de formule die aan de kristallijne stof toekomt, mag aangenomen worden, maar eene absorbtie van $Ca\,Fl_2$, van basische oxyden (CaO, MnO, $Fe_2\,O_3$) en van water, misschien ook van $Ca\,CO_3$, door het amorphe kalciumphosphaat der beenderen. Het verschijnsel acht ik vermoedelijk tot het gebied der absorbtie te behooren, en in zooverre zou het juist van gewicht zijn. Daar gelden de eenvoudige atoom- of molekuulverhoudingen niet. De phosphorzure kalk der beenderen zou dus eene absorbeerende aantrekking uitoefenen op de karbonaten die in het grondwater aanwezig zijn, en daarbij koolzuur zich afgesplitst hebben. Van het kolloïdale (ontwaterde) SiO_2 vond ik reeds vroeger, dat het uit oplossingen van koolzure alkaliën alkali absorbeert en koolzuur vrijmaakt, en, wat nog sterker is: van het kolloïdale

[1]) 1883 Berichte 16. 2460.

[2]) CARNOT meent zelfs in twee door hem geanalyseerde apatieten eene vervanging van een deel $Ca\,Fl_2$ door $Ca\,CO_3$ te mogen aannemen C. R. 1896. 122. 1375.

roode MnO_2 nam ik waar, dat het uit eene waterige oplossing van K_2SO_4 eenige kali absorbeert en zwavelzuur vrijmaakt; in beide gevallen stelt zich een evenwicht in, afhankelijk van de eind-koncentratie der absorbeerende stof en der oplossing, en van de temperatuur. Dat bases, zuren, zouten uit hunne oplossing door amorphe en kolloïdale stoffen geabsorbeerd worden, heb ik vroeger aangetoond.

Van de amorphe phosphorzure kalk mag men aannemen, dat zij eene dergelijke werking uitoefent — des te meer omdat reeds BLAREZ gevonden heeft dat phosphorzuur met kalkwater in overmaat een kolloïdaal neerslag vormt met meer dan 3 Mol CaO. Hij vond bij de omstandigheden zijner proef 3.6 Mol., dat zelfs na uitwassching nog 3.3 was gebleven. In het barytzout verkreeg hij onder dergelijke omstandigheden 3.45 Mol. Ba O [1]).

De amorphe en kolloïdale stoffen kunnen onder zekere omstandigheden in kristalloïdale overgaan, en nemen dan tevens eene samenstelling naar eenvoudige atoomverhoudingen aan, zooals ik vroeger door voorbeelden bewezen heb. Eene kristallijne verbinding van $P_2O_5 . 4\,CaO$ is in de Thomasslakken ontdekt.

Men kan aannemen, dat uit zulk eene komplexe stof, als boven aangenomen is, ook in de natuur een kristallijn apatiet kan ontstaan. Daarbij kunnen de bouwsteenen verschillende phosphaten en fluoruren zijn, indien zij isomorph kunnen samenkristalliseeren. In de natuur komen apatieten voor, die mangaan, magnesia, ijzeroxydule, of ijzeroxyde bevatten, welke de kalk aequivalentsgewijze vervangen [2]).

Het komt mij voor, dat het fossiele been een voorbeeld oplevert van eene geologische werking in de natuur, waarbij vreemde bestanddeelen in eene amorphe stof worden opgenomen tot eene absorbtie-verbinding, die als een voorlooper te beschouwen is van eene chemische verbinding, welke daaruit onder daarvoor gunstige omstandigheden kan ontstaan; evenals wij dat waarnemen bij onze amorphe en kolloïdale neerslagen, of bij behandeling van amorphe of kolloïdale stoffen met oplossingen van zuren, bases, zouten enz.

Ten slotte betuig ik aan Dr. E. A. KLOBBIE, die mij zijne medewerking bij dit onderzoek heeft verleend, en de analyse van stof B uitgevoerd, mijnen besten dank.

Eene opmerking van den Heer ENGELMANN wordt door den Spreker beantwoord.

---

[1]) C. R. 1887. 104. 270. Deze hoeveelheid is natuurlijk slechts als eene evenwichtssamenstelling te beschouwen, afhankelijk van de temperatuur en van de bereikte eindsterkte van het neerslag en van het kalkwater.

[2]) CARNOT 1896 C. R. 122. 1375.

Natuurkunde. — De Heer VAN DER WAALS doet eene mededeeling *„over de vraag of de molekulair-toestand van het oplosmiddel invloed heeft op de drukverlaging die opgeloste zouten teweegbrengen"*.

De mededeeling van den Hr. LORENTZ in de zitting der Akademie van 2 Januari jl namens den Hr. SMITS, omtrent de uitkomst van proeven over de verlaging van de dampspanning van water door daarin opgeloste zouten, heeft mij aanleiding gegeven om volgens de door mij ontwikkelde molekulairtheorie voor mengsels [1]) na te gaan, in hoever de molekulair-toestand van het oplosmiddel van invloed zijn kan op de waarde voor de dampdrukvermindering, in het bijzonder bij uitersten graad van verdunning. Die theorie gaat uit van de onderstelling van de juistheid van de regels omtrent het evenwicht door GIBBS opgesteld; en wel in het bijzonder van de stelling, dat een gegeven hoeveelheid stof zich bij gegeven temperatuur in een gegeven ruimte aldus schikt, dat de gezamenlijke waarde van de vrije energie een minimum is — en aan de juistheid van dat beginsel kan wel niet getwijfeld worden. Verder wordt in die theorie om de waarde der vrije energie voor mengsels te vinden evenzeer de juistheid aangenomen van wat wel eens het GIBBS'sche paradox genoemd wordt — en dat hierop neerkomt, dat voor een mengsel van stoffen in verdunden gastoestand de entropie gevonden kan worden door de som der entropieën, die men verkrijgen zou door elk dier gassen alleen in die ruimte te denken. Ook aan de juistheid van dezen regel kan niet getwijfeld worden. De overeenstemming van de theorie met wat de ervaring tot hiertoe heeft geleerd is zoo groot, dat afgezien nog van alle redeneeringen die voor de juistheid pleiten, twijfel ongeoorloofd schijnt.

Denkt men het oplosmiddel uit onveranderlijke molekulen saamgesteld, en evenzoo de opgeloste stof, dan kan de uitkomst die voor de dampdrukverandering gevonden wordt bij uitersten graad van verdunning voorgesteld worden door

$$-\frac{dp}{p\,dx} = \frac{1}{1-x}$$

of door

$$-\frac{1}{p}\,\frac{dp}{dn} = \frac{1}{N+n}\ .$$

---

[1]) Arch. Neerl. T XXIV.

In de eerste dezer vergelijkingen stelt x voor het aantal molekulen der opgeloste stof op een totaal aantal molekulen gelijk aan de eenheid. In de tweede N het aantal molekulen van het oplosmiddel en n het aantal der opgeloste stof, zoodat

$$x = \frac{n}{N+n} \text{ en } 1 - x = \frac{N}{N+n}.$$

Stelt men dat de opgeloste stof voor splitsing in ionen vatbaar is, terwijl men omtrent het oplosmiddel nog de onderstelling van onveranderlijke molekulen vasthoudt, dan moet de door mij ontwikkelde theorie uitgebreid worden, op een wijze zooals ik in 1891 (Versl. en Meded. 3de reeks, Deel VIII) getoond heb — en vindt men als limietwaarde van de dampdrukverlaging het dubbele bedrag. Volgens de waarnemingen van den Hr. SMITS, zou dat getal 2 bij uiterste verdunning niet alleen niet bereikt worden, maar zelfs bij verder voortgezette verdunning van zekere waarde kleiner dan 2, weder tot nog lagere waarde teruglopen.

Ik heb mij daarom de vraag gesteld of door nog verdere uitbreiding der theorie, door ook voor het oplosmiddel de onderstelling van onveranderlijkheid der molekulen los te laten een andere waarde dan 2 kan gevonden worden. Reeds enkele aprioristische redeneeringen maken dit wel onwaarschijnlijk. Er kan op verschillende wijze worden aangetoond dat voor die dampdrukvermindering alleen de grootte van het molekuul van het oplosmiddel, zooals het in den damp voorkomt beslissend zal zijn. Toch heb ik er de voorkeur aan gegeven om de waarde van de dampdrukverandering rechtstreeks af te leiden en door een voorbeeld te doen zien welke wijziging in de waarde voor de vrije energie van een mengsel aangebracht moet worden, als men andere molekuulgroepeering vermoedt. Voor de notatie, en om noodelooze herhalingen te vermijden, verwijs ik naar mijn arbeid in Arch. Neerl. T XXIV. Voor het oplosmiddel zullen wij niet de mogelijkheid van splitsing, maar van associatie denken. Zoo zal voor oplossingen in water het molekulairgewicht van water gelijk aan 18 genomen worden, zooals het voor waterdamp is.

Denken wij dus een mengsel in gewichtshoeveelheden van $m_1(1-x)$ en $m_2 x$; in molekuulverhouding van $1-x$ en x. Door de splitsing in ionen verandert x in $x-y$ ongesplitste molekulen en $2y$ ionen, en $1-x$ in $1-x-2z$ enkelvoudige molekulen van het oplosmiddel en z dubbele. Het totaal aantal molekulen is dus $1+y-z$. In de formule voor den druk, door de toestandsvergelijking gegeven, zal dus zoowel a en b als de factor van T veranderd zijn — en wij

zouden die wijzigingen, benevens een volkomen juiste toestandsvergelijking kennen moeten, als het ons doel was de dampdrukverlaging bij alle mogelijke concentraties van het zout te berekenen. De moeielijkheid valt geheel weg als wij ons tot uiterste verdunning beperken. In de door mij ontwikkelde theorie, waarbij ik de evenwichtsvoorwaarden gezocht heb door van de eigenschappen van het ψ vlak gebruik te maken, wordt dit aldus uitgedrukt: „de eigen-„schappen van het ψ vlak die wij voor ons doel kennen moeten „zijn voor $x = 0$ en $x = 1$ alleen bepaald door de molekuulgroe-„peering en niet door den vorm der toestandsvergelijking". Zooals ik hiervoor reeds aangeduid heb, wordt de wijziging die verschillende molekuulgroepeeringen aan de waarde van ψ geven met behulp van het GIBBS'sche paradox bepaald.

De waarde van ψ, in het geval van splitsing in ionen en associatie tot dubbelmolekulen van het oplosmiddel is nu niet alleen een functie van V en x, maar ook van y en z. Het wordt tot een functie van V en x alleen teruggebracht met behulp van twee vergelijkingen, die uit het beginsel volgen dat ψ een minimum zijn moet. Aan de waarde van x, die door de bijeengebrachte stoffen gegeven is, is natuurlijk niet te veranderen. Maar y en z veranderen zoolang, tot

$$\left(\frac{\partial\psi}{\partial y}\right)_{Vxz} = 0 \text{ en } \left(\frac{\partial\psi}{\partial z}\right)_{Vxy} = 0 \text{ is.}$$

Denken wij ons y en z uit de twee laatste vergelijkingen opgelost en in ψ gesubstitueerd, dan hebben wij het ψ vlak voor de gegeven molekuulgroepeering.

Daar bij gegeven waarde van T

$$d\psi = -p\,dV + \left(\frac{\partial\psi}{\partial x}\right)_{Vyz} dx + \left(\frac{\partial\psi}{\partial y}\right)_{Vxz} dy + \left(\frac{\partial\psi}{\partial z}\right)_{Vxy} dz$$

is

$$\psi = -\int p\,dV + f(x,\ y,\ z)\ ^{1})$$

De waarde van $f(x, y, z)$ stelt de entropiewinst bij de diffusie der 4 verschillende soorten van molekulen voor, vermenigvuldigd met $-T$.

Men vindt dus

$$f(x,\ y,\ z) = MRT\{(1 - x - 2z)\log(1 - x - 2z) + \\ + z\log z + (x - y)\log(x - y) + 2y\log y\}$$

[1]) Zie Arch. Neerl. T XXIV pag. 10.

De waarde van p kan dan voorgesteld worden, door

$$p = MRT \frac{1 + y - z}{V - b_{xyz}} - \frac{a_{xyz}}{V^2}$$

en de volledige vergelijking van ψ door

$$\psi = -\int p\, dV + MRT \{ (1 - x - 2z) \log (1 - x - 2z) + z \log z + \\ + (x - y) \log (x - y) + 2y \log y \} + Ax + By + Cz + D \quad . \; . \; (1)$$

waarbij A, B, C en D functiën van T zijn, en dus bij toepassing van het evenwichtsprincipe standvastig mogen worden beschouwd.

Nu moet in de eerste plaats

$$\left(\frac{\partial \psi}{\partial y}\right)_{VTxz} = 0 \text{ zijn en } \left(\frac{\partial \psi}{\partial z}\right)_{VTxy} = 0.$$

De eerste dezer vergelijkingen zal de mate der dissociatie in ionen, de tweede de mate der associatie tot dubbelmolekulen voor het oplosmiddel bepalen. Zij hebben den volgenden vorm:

$$-\frac{\partial \int p\, dV}{\partial y_{VTxz}} + MRT \left\{ \log \frac{y^2}{x - y} + 1 \right\} + B = 0 \quad . \; . \; . \quad (2)$$

$$-\frac{\partial \int p\, dV}{\partial z_{VTyx}} + MRT \left\{ \log \frac{z}{(1 - x - 2z)^2} - 1 \right\} + C = 0 . \quad (3)$$

De twee laatste vergelijkingen, die onder den volgenden vorm zouden kunnen geschreven worden:

$$\frac{y^2}{x - y} = F_1 (V, T, x, y, z)$$

en

$$\frac{(1 - x - 2z)^2}{z} = F_2 (V, T, x, y, z)$$

zouden reeds uit het beginsel der massawerking onder die gedaante kunnen worden afgeleid.

Denken wij ons y en z uit (1), (2) en (3) geëlimineerd, dan geeft de eerste der vergelijkingen (A) l.c. pag. 15 ons de waarde van $\frac{dp}{dx}$.

Deze vergelijking heeft den vorm:

$$\left\{ V_2 - V_1 - (x_2 - x_1)\left(\frac{\partial V_1}{\partial x_1}\right)_{pT} \right\} \frac{dp}{dx_1} =$$

$$= (x_2 - x_1) \left\{ \frac{\partial_2 \psi}{\partial x_1{}^2{}_{VT}} - \frac{\left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial x_1 \, \partial V_1}\right)_T^2}{\frac{\partial^2 \psi}{\partial V_1{}^2{}_{xT}}} \right\}$$

maar kan onder eenvoudiger gedaante geschreven worden. Stellen wij de vloeistofphase als eerste en de dampphase als tweede, dan is de beteekenis van den factor $\frac{dp}{dz_1}$ de volgende. Deze factor stelt voor de volumevermindering bij overgang van een molekulaire hoeveelheid $[m_1(1-x_2) + m_2 x_2]$ van uit de tweede in de eerste phase, verondersteld dat deze laatste in zoo groote hoeveelheid voorhanden was, dat de concentratie door dien overgang slechts oneindig weinig zou veranderen. Noemen wij die volumevermindering $\Delta_{21} V$. De factor van $x_2 - x_1$ kan door invoering van de functie $\zeta = \psi + pV$ geschreven worden $= \left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x_1{}^2}\right)_{pT}$; met behulp dezer notaties wordt de vergelijking voor de drukverandering

$$\Delta_{21} V \left(\frac{dp}{dx_1}\right) = (x_2 - x_1) \left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x_1{}^2}\right)_{pT} .$$

In het bijzonder geval van zoutoplossingen in water van lage T kan $\Delta_{21} V$ gelijk $V_2 = \frac{MRT}{p}$ en $x_2 = 0$ gesteld worden. Wij verkrijgen dan

$$\frac{MRT}{p} \frac{dp}{dx_1} = - x_1 \left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x_1{}^2}\right)_{pT} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (4)$$

en er blijft dus alleen nog over de waarde van $\left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x_1{}^2}\right)_{pT}$ te bepalen. Wij behoeven ter berekening dezer waarde natuurlijk niet eerst de eliminatie van y en z met behulp der vergelijkingen (2) en (3) uit te voeren. Dan moet er echter onderscheiden worden tusschen de waarde van $\left(\frac{\partial \zeta}{\partial x}\right)_{pT}$ zooals die na eliminatie en zonder die eliminatie zou gevonden worden. Noemen wij de grootheid die berekend

moet worden $\left(\frac{d^2\zeta}{dx_1^2}\right)_{pT}$, dan is

$$\left(\frac{d\zeta}{dx_1}\right)_{pT} = \left(\frac{\partial\zeta}{\partial x_1}\right)_{pTyz} + \left(\frac{\partial\zeta}{\partial y_1}\right)_{pTxz} \frac{dy_1}{dx_1} + \left(\frac{\partial\zeta}{\partial z_1}\right)_{pTyx} \frac{dz_1}{dx_1}.$$

Daar

$$\left(\frac{\partial\zeta}{\partial x}\right)_{pT} = \left(\frac{\partial\psi}{\partial x}\right)_{VT}, \quad \left(\frac{\partial\zeta}{\partial y}\right)_{pT} = \left(\frac{\partial\psi}{\partial y}\right)_{VT} = 0 \text{ en } \left(\frac{\partial\zeta}{\partial z}\right)_{pT} = \left(\frac{\partial\psi}{\partial z}\right)_{VT} =$$

is, vinden wij

$$\left(\frac{d\zeta}{dx_1}\right)_{pT} = \left(\frac{\partial\zeta}{\partial x_1}\right)_{pTyz}.$$

Voor het eerste differentiaalquotient zouden wij dus de onderscheiding niet behoeven, maar dit moet wel voor het tweede differentiaalquotient geschieden, zooals uit de volgende vergelijkingen blijkt, waar alle indices p, T eenvoudigheidshalve zijn weggelaten:

$$\frac{d^2\zeta}{dx^2} = \frac{\partial^2\zeta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\zeta}{\partial x\partial y}\frac{dy}{dx} + \frac{\partial^2\zeta}{\partial x\partial z}\frac{dz}{dx}$$

$$0 = \frac{\partial^2\zeta}{\partial y\partial x} + \frac{\partial^2\zeta}{\partial y^2}\frac{dy}{dx} + \frac{\partial^2\zeta}{\partial y\partial z}\frac{dz}{dx}$$

$$0 = \frac{\partial^2\zeta}{\partial z\partial x} + \frac{\partial^2\zeta}{\partial z\partial y}\frac{dy}{dx} + \frac{\partial^2\zeta}{\partial z^2}\frac{dz}{dx}$$

of

$$\frac{d^2\zeta}{dx^2} = \frac{\partial^2\zeta}{\partial x^2} - \frac{\frac{\partial^2\zeta}{\partial y^2}\left(\frac{\partial^2\zeta}{\partial x\partial z}\right)^2 + \frac{\partial^2\zeta}{\partial z^2}\left(\frac{\partial^2\zeta}{\partial y\partial x}\right)^2 - 2\frac{\partial^2\zeta}{\partial x\partial y}\frac{\partial^2\zeta}{\partial y\partial z}\frac{\partial^2\zeta}{\partial z\partial x}}{\frac{\partial^2\zeta}{\partial y^2}\frac{\partial^2\zeta}{\partial z^2} - \left(\frac{\partial^2\zeta}{\partial y\partial z}\right)^2}$$

terwijl ζ den vorm van vergelijking (1) heeft als wij daarbij pV hebben opgesteld.

Kiezen wij ter berekening een dezer grootheden, bijv. $\left(\frac{\partial^2\zeta}{\partial x^2}\right)_{pT}$.

$$\left(\frac{\partial\zeta}{\partial x}\right)_{pTyz} = \left(\frac{\partial\psi}{\partial x}\right)_{VTyz} = -\left(\frac{\partial \int pdv}{dx}\right)_{VTyz} + MRT\log\frac{x-y}{1-x-2z} + A$$

$$\left(\frac{\partial^2\zeta}{\partial x^2}\right)_{pTyz} = MRT\left\{\frac{1}{x-y} + \frac{1}{1-x-2z}\right\} + \,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.$$

In de laatste vergelijking heb ik niet ingevuld een term die door differentiatie naar x van de grootheid $-\frac{\partial \int p dV}{\partial x}$ gevonden wordt. Om de waarde van dezen term te vinden zou men de toestandsvergelijking en de wijzigingen in $\int p dV$ moeten kennen, welke in die toestandsvergelijking door andere waarden van y en z teweeg gebracht worden. Beperkt men zich tot x oneindig klein en let men er op dat $\frac{1}{x-y}$ oneindig groot is, dan kan die term weggelaten worden.

De vergelijking (4) wordt dan

$$-\frac{dp}{p\,dx} = \frac{x}{x-\frac{y}{2}} + \frac{x}{1-x+2z}$$

voor oneindig kleine waarde van x, nadert dus de waarde van het eerste lid tot $\frac{1}{1-\frac{y}{2x}}$. Maar uit de formule voor de dissociatie in ionen volgt dat dan $\frac{y}{x} = 1$ moet zijn, en de limietwaarde van $\frac{x}{x-\frac{y}{2}} = 2$.

Een andere associatie van vereeniging tot dubbelmolekulen voor het oplosmiddel te onderstellen, bijv. tot 3 of n voudige molekulen, zou aan die limietwaarde niets veranderen. Maar door de vorige berekeningen is misschien de zaak nog niet tot beslissing gebracht, als de associatie tot meer complexiteit voor het oplosmiddel niet bestaat in werkelijke molekuulverbindingen. Zoolang die complexiteit dan niet nader omschreven kan worden, is zij natuurlijk ook niet aan berekening te onderwerpen.

Maar in elk geval kan dan toch worden aangetoond dat de limietwaarde, die de drukverlaging voor dien factor doet vinden volkomen gelijk moet zijn aan die, welke de vriespuntsverlaging daarvoor doet vinden — zoodat verschil in dien factor, als hij langs beide wegen gevonden wordt, zeker aantoont, dat minstens een der beide waarnemingen onjuist is.

Denken wij ons de waarde van ψ, zooals die na eliminatie van y en z verkregen is, dan geldt, als men ook T veranderlijk stelt,

een vergelijking, die ik reeds gebruikt heb in een mededeeling voorkomende in het verslag der zitting van 25 Mei 1895 n.l.:

$$\left\{ V_2 - V_1 - (x_2 - x_1) \left(\frac{\partial V}{\partial x_1}\right)_{pT} \right\} dp = \left\{ \eta_2 - \eta_1 - (x_2 - x_1) \left(\frac{\partial \eta}{\partial x_1}\right)_{pT} \right\} dT + (x_2 - x_1) \left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x_1^2}\right)_{pT} dx_1$$

De beteekenis van den factor van dT kan op soortgelijke wijze gegeven worden, als hierboven geschied is voor den factor van dp. De uitdrukking

$$T \left\{ \eta_2 - \eta_1 - (x_2 - x_1) \left(\frac{\partial \eta}{\partial x_1}\right)_{pT} \right\}$$

stelt n. l. voor de warmte, die vrij komt als een molekulairhoeveelheid uit de tweede phase overgaat in de eerste, weder ondersteld dat de eerste phase in zoo groote hoeveelheid voorhanden is, dat de concentratie oneindig weinig verandert. Noemen wij die grootheid W_{21} dan schrijven wij de laatste vergelijking korter:

$$\Delta_{21} V dp = W_{21} \frac{dT}{T} + (x_2 - x_1) \left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x_1^2}\right)_{pT} dx_1 \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Gebruiken wij deze vergelijking ten eerste om de grootheid $\left(\frac{dp}{dx_1}\right)_T$ te bepalen als de eerste phase een vloestofphase is en de tweede een dampphase met $x_2 = 0$, dan vinden wij

$$\Delta_{21} V \left(\frac{dp}{dx_1}\right)_T = - x_1 \left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x_1^2}\right)_{pT}$$

Zoolang de molekuulgroepeering niet bekend is in de vloeistofphase, moet $\left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x_1^2}\right)_{pT}$ als niet geheel bepaald beschouwd worden.

Gebruiken wij die zelfde vergelijking als de eerste dezelfde vloeistofphase voorstelt, maar de tweede een vaste phase — in geval het de vriespuntsverlaging geldt, ijs — waarbij evenzoo $x_2 = 0$ is, dan vinden wij

$$\frac{W_{21}}{T} \left(\frac{dT}{dx_1}\right)_p = x_1 \left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x_1^2}\right)_{pT}$$

De grootheid W_{21}, de warmte die vrij komt bij den overgang in de vloeistofphase, is dan de smeltwarmte van ijs in die oplossing, echter met het negatieve teeken. Zoolang de molekuulgroepeering in de vloeistofphase niet bekend is, is ook voor de toepassing dezer formule $\left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x_1^2}\right)_{pT}$ als onbepaalde te beschouwen. Maar in beide gevallen, dus zoowel ter bepaling der dampdrukverlaging, als ter bepaling der vriespuntsdaling, betreft het dezelfde grootheid. Mocht er al eenig verschil zijn in de temperatuur bij bepaling van $\left(\frac{dp}{dx_1}\right)_T$ en van $\left(\frac{dT}{dx_1}\right)_p$ zijn, dan valt bij oneindige verdunning dat verschil geheel weg, en in elk ander geval kan het als onbeteekenend beschouwd worden.

Daar de waarde van ψ voor den vasten toestand niet den onder (1) gegeven vorm kan hebben, moet, als het evenwicht bij tegenwoordigheid van vaste stoffen gezocht wordt, bij het ψ vlak voor het mengsel een ψ lijn voor het vaste lichaam gevoegd worden, die in het vlak door x_2 bepaald gelegen is. Men vindt dan de coëxisteerende phasen door een vlak aan te brengen, rakende aan die ψ lijn en het ψ vlak. De regels, die voor de veranderingen van p, x en T gevonden worden, worden door deze bijzonderheid, dat het rollende raakvlak nu over een lijn en het vlak voortbeweegt, en niet over twee takken eener connodale lijn, niet veranderd

Natuurkunde. — De Heer HAGA biedt namens den Heer D. DIJKEN aan, diens dissertatie getiteld: „*De moleculairrefractie van verdunde zoutoplossingen*" en deelt de verkregen resultaten mede.

Plantenkunde. — De Heer VAN WIJHE biedt, namens den Heer J. W. MOLL, voor de verhandelingen der Akademie een opstel aan, getiteld: „*De boekhouding der planten van een botanischen tuin*".

Dierkunde. — De Heer PLACE biedt, namens Dr. EUGÈNE DUBOIS, voor de werken der Akademie eene verhandeling aan, getiteld: „*De verhouding van het gewicht der hersenen tot de grootte van het lichaam bij de zoogdieren*".

Deze wordt in handen gesteld van de Heeren HOFFMANN en PLACE, om daarover in de volgende vergadering verslag uit te brengen.

Physiologie — De Heer ENGELMANN biedt, namens den Heer E. G. A. TEN SIETHOFF te Deventer voor het Verslag der Vergadering een opstel aan, getiteld: „*Verklaring van het door* Dr. P. ZEEMAN *gevonden lichtverschijnsel in het oog*".

In de zitting der Afd. Natuurkunde van 25 Febr. 1893 werd door Prof. KAMERLINGH ONNES namens Dr. P. ZEEMAN medegedeeld en later door den ontdekker in het Zeitschrift f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane (D. VI 1894. blz. 233—234) gepubliceerd een nieuw subjectief lichtverschijnsel. Bij mijne pogingen om het verschijnsel zelf waar te nemen, vond ik, dat dit het beste gelukt, wanneer men in het donker eene niet te intensief verlichte spleet beschouwt. (Deze spleet was gesneden in een zwart stuk carton). Het schoonst ziet men de blauwviolette, kromme lichtlijn, wanneer men natriumlicht gebruikt. Wanneer men plotseling de spleet vóór de vlam brengt en tegelijk door de spleet kijkt, ziet men, zooals ZEEMAN zegt: „namentlich in den ersten Momenten nicht nur den hell erleuchteten Spalt, sondern auch eine blau-violette Lichtlinie. Sie gleicht dem Umriss einer Birne, deren Achse, senkrecht zur Spaltmitte steht. Dem rechten Auge erscheint der spitzige Teil der Lichtlinie, also der Stiel der Birne rechts vom Spalt, der gekrümmte Teil kommt ein wenig jenseit des Spaltes. Mit dem linken Auge sieht man die der beschriebenen symmetrische Figur". „Der von der Lichtlinie umsäumte Teil des Feldes ist meistens dunkel". Ik zou hieraan nog het volgende willen toevoegen: Wanneer men het hoofd rechtop houdt, en de spleet vertikaal, (voor mij b.v. een spleet van 2 mM. breedte en 2 cM. lengte op een afstand van 37 cM. van 't oog) dan ziet men, dat van de beide einden der verlichte spleet twee elliptische lijnen van violet licht uitgaan, die ongeveer symmetrisch verloopen, ten opzichte van een denkbeeldige as, die loodrecht staat op de spleet. Wanneer men de spleet dichter bij het oog brengt, wordt de door deze lichtlijnen begrensde figuur kleiner, gelijkvormig blijvende aan de eerst waargenomene. Het blijkt dan dat de lichtlijnen, onafhankelijk van de uiteinden der spleet, uittreden op twee andere punten, symmetrisch van de, loodrecht op de spleet staande, denkbeeldige as. (Tot hetzelfde resultaat komt men, wanneer men op een afstand van 37 cM. van 't oog een langere spleet beschouwt). De beide uiteinden der elliptische lichtlijnen naderen elkander wel, maar volgens mij, raken zij elkander niet. Zij zijn namelijk in de nabijheid der spleet het breedst en worden naarmate men zich van de spleet verwijdert, smaller en lichtzwakker; omdat het daarenboven onmogelijk is het punt te

fixeeren waarin de twee lichtlijnen zouden moeten samenkomen (zooals wij later zullen zien, ligt hier de blinde vlek) geloof ik, dat het niet mogelijk zal zijn het samentreffen der beide lichtlijnen waar te nemen. Wanneer wij nu eens tot voorbeeld nemen het verschijnsel, zooals het zich voordoet aan 't rechteroog, dan zien wij temporaalwaarts (naar rechts), van de lichtende spleet de door Zeeman „peervormig" genoemde figuur (wellicht is het beter te spreken van spitseivormig, omdat de lichtlijnen een scherp begrensde, min of meer elliptische figuur omlijsten). Aan de linkerzijde van de spleet (nasaalwaarts) ziet men de beide lichtlijnen in elkander overgaan, terwijl zij ongeveer een cirkelboog beschrijven. Deze boog verwijdert zich niet ver van de spleet. Van belang is het te weten, dat men het verschijnsel niet kan waarnemen, wanneer men recht door de spleet kijkt. Ziet men met het rechteroog, dan moet men een punt fixeeren, dat ongeveer 2 à 3 mM. naar rechts van den spleetrand verwijderd is, bij het zien met het linkeroog een symmetrisch punt links. Plotseling springt dan de violette figuur te voorschijn. Geheel donker is naar mijn waarneming het door de lichtlijn begrensde gedeelte van het gezichtsveld niet. Aldaar heerscht een wel is waar zwakke, violet-grauwe tint. Zeeman legt er nadruk op „dass nicht nur gelbes Licht, sondern alle Spektralfarben die violette Linie erzeugen. Es gelingt sogar bei jeder der drei Wasserstoffliniën . . . . Mit der rothen Linie gelingt es leicht, mit der anderen sehr schwer. Mit gelbem oder weissem Lichte ist die Beobachtung der Erscheinung leicht". In den beginne reeds meende ik dat wij hier te doen hadden met een nabeeld, omdat, wanneer men tijdens de waarneming van het verschijnsel, het hoofd en het oog fixeert en het zwarte papier (met de spleet) plotseling beweegt, de geheele figuur onbewegelijk blijft en onafhankelijk wordt van de spleet. Een gewoon nabeeld kon het echter niet zijn, omdat het nabeeld van de spleet een lijn had moeten zijn.

Eene andere waarneming is deze: wanneer men het hoofd schuin houdt naar links, en men met het rechteroog de vertikale spleet beschouwt (altijd onder voorwaarde, dat men niet de spleet zelf fixeert, maar het beeld van een punt rechts van de spleet op de fovea centralis retinae laat vallen), men dezelfde grauw-violette spitseivormige, door heldere violette randen omzoomde figuur ziet, maar met 't spitse uiteinde naar rechts en boven verschoven. Wanneer men met het linkeroog waarneemt, en het hoofd schuin houdt naar rechts, het punt links van de spleet fixeerende, blijkt het spitse uiteinde naar links boven verschoven. Deze beide waarnemingen bewijzen, dat het verschijnsel een entoptisch nabeeld is, een beeld

in de retina gefixeerd. Naar mijne meening is het hoogstwaarschijnlijk, dat de figuur het beeld is van de naar buiten geprojecteerde, nog in prikkelingstoestand verkeerende macula lutea en omgeving. Nog nauwkeuriger omschreven: het verschijnsel is een entoptisch, complementair nabeeld, veroorzaakt door de prikkeling der achter den omtrek der macula lutea gelegene percipieerende elementen; dat dit complementaire nabeeld steeds bij elke verlichting violet is, is te verklaren, doordat in de omgeving der macula tengevolge van de elective absorptie der gele kleurstof, altijd min of meer geel licht heerscht. Voor deze onderstelling kan men het volgende aanvoeren:

1°. Wanneer men het zwarte papier met de spleet bijv. op 15 cM. afstand van het oog houdt, kan men met een potlood zoo ongeveer aangeven, tot hoever de violette lichtlijnen zich uitstrekken, en op welk punt zij zich ongeveer zouden snijden. Wanneer men op een wit stuk papier twee punten of kruisjes teekent op denzelfden afstand van elkander als de horizontale of lengte-doorsnede der violette figuur bedraagt, en wanneer men dan (het oog op denzelfden afstand, van 15 cM. van het papier verwijderd) het eene punt fixeert, dan verdwijnt het andere. Van deze beide punten of kruisjes valt derhalve het beeld van het eene in de fovea centralis en van het andere in den blinden vlek.

2°. Het door ZEEMAN waargenomen verschijnsel, dat de lichtlijnen altijd violet zijn, of men geel, wit of ander licht gebruikt.

Het is toch bekend dat de macula lutea haar naam te danken heeft aan hare gele kleur Wit licht moet derhalve een violet nabeeld opwekken. Dat geel licht de violette kleur van het verschijnsel het schoonst doet zien, kan ons niet verwonderen. Dat alle niet volkomen zuiver roode, blauwe of andere spektraalkleuren het verschijnsel eveneens te voorschijn roepen, hoewel veel zwakker, is begrijpelijk. Dat het echter met zuiver spektraalblauw nog te zien zoude zijn, laat zich niet goed verklaren. Terwijl het dus waarschijnlijk is, dat de macula lutea en in het bijzonder hare gele kleur, het verschijnsel kan verklaren, wijst toch de onder 1°. beschrevene waarneming op nog samengestelder verhoudingen; de macula lutea toch strekt zich niet uit tot aan den blinden vlek. Wanneer de macula lutea alleen de elliptische lichtfiguur niet kan verklaren, ofschoon beide (macula lutea en lichtfiguur) overeenstemmen in vorm en stand, ook bij veranderde houding van het hoofd, wat kan dan het optreden der lichtlijnen veroorzaken? Zooals bekend is, heeft BERGMANN waargenomen, dat twee bundels zenuwvezelen van uit de papilla nervi optici als dikkere strengen boogvormig naar de macula lutea verloopen en deze aan de boven- en

onderzijde omvatten. BERGMANN noemde deze strengen „Randwülste". Zij zijn (in den beginne door BLESSIG ontkend) later ook door anderen waargenomen; o. a. zag KRAUSE deze in de onmiddellijk na den dood onderzochte retina van een onthoofde.

De gele kleur van de macula lutea wordt veroorzaakt door een diffuse gele kleurstof, die alle lagen der retina vóór de staafjes en kegels gelijkmatig kleurt. De eigenlijke percipieerende elementen missen haar, zoodat zij ook ontbreekt in de fovea centralis. Het is nu zeer waarschijnlijk, dat in de onmiddellijke nabijheid der macula de gele kleurstof eveneens voorhanden is, en deze de „Randwülste" kleurt. De elliptische lichtlijnen kunnen derhalve hun ontstaan te danken hebben aan deze „Randwülste", en doordat op deze wallen verstrooiing van het licht moet optreden, zelfs bijzonder duidelijk te voorschijn treden. Voor het opwekken van dit lichtverschijnsel hebben wij noodig een vrij sterke (niet al te sterke) perifere (diffuse) verlichting van de macula. In den beginne hebben wij reeds gezegd, dat men niet de vlam zelf of de spleet mag fixeeren, maar een punt naar rechts, resp. links van de spleet gelegen. Wanneer men dan de spleet vertikaal en het hoofd rechtop houdt, staat de as van de spits-eivormige lichtfiguur loodrecht op de spleet. Wanneer men nu de spleet niet vertikaal houdt, maar schuin, zal de vorm en de stand der lichtfiguur geenerlei verandering ondergaan; hoe meer echter de stand van de spleet den horizontalen stand nadert, hoe moeielijker men het lichtverschijnsel kan opwekken. Staat de spleet horizontaal (of nagenoeg horizontaal) dan is het niet mogelijk iets van het verschijnsel te zien. De verklaring hiervoor is het volgende: zoowel de doorsnede der macula lutea als van hare onmiddellijke omgeving (het gedeelte der retina dat door de „Randwülste" wordt begrensd) is in vertikale richting veel kleiner dan in horizontale.

Het verschijnsel duurt zoo kort, dat men het theoretisch onmiddellijk na, praktisch echter, tijdens de waarneming der verlichte spleet moet opvangen. Centrale verlichting zou het oog verblinden en daarenboven de violette lichtfiguur niet kunnen opwekken, omdat in de fovea centralis geen kleurstof voorhanden is. Bijzonder ongunstig zouden de omstandigheden zijn, wanneer het beeld van de spleet in de lengte-richting der macula en omgeving viel, (d. i. bij horizontalen stand der spleet). Opdat dus het schelle licht bij centrale verlichting geen afbreuk doe aan de waarneming der lichtzwakkere violette lichtfiguur, hebben wij perifere verlichting noodig. Daar nu de macula lutea temporaalwaarts gelegen is van de intrede van den nervus opticus in het oog, en de „Randwülste" zich uitstrekken

nasaalwaarts van de macula, moeten wij zorgen, dat het invallende licht temporaalwaarts van de macula lutea de retina treft, en dus de verlichte spleet nasaalwaarts van het gefixeerde punt (2 mM. van den spleetrand) houden.

De onmiddellijke omgeving van de macula lutea zal dus het sterkste (diffuse) licht ontvangen en ook het duidelijkst het violette nabeeld vertoonen. Hoe verder men zich naar de pupilla nervi optici begeeft, hoe lichtzwakker het verschijnsel wordt.

Wanneer men zorgt voor perifere verlichting van de macula op de boven beschrevene wijze, kan men ook zonder spleet, door een kleine, ronde opening het lichtverschijnsel verwekken hoewel veel onduidelijker.

Ten slotte heb ik nog beproefd het verschijnsel waar te nemen bij momentane verlichting der spleet door een enkele electrische vonk. Het bleek mij, dat een enkele electrische vonk niet voldoende was om de lichtfiguur te doen verschijnen; eerst bij nagenoeg continue verlichting door een reeks overspringende vonken, gelukte het mij het lichtverschijnsel te zien. De spleet moest daarbij zoo nauw zijn, dat zij als 't ware geheel verlicht scheen. De electrische vonken verwekte ik met een machine van WIMSHURST met vier draaibare schijven van 52 cM. doorsnede. (Wellicht dat eene nog sterkere electrische ontlading wel voldoende zal blijken te zijn).

Het door ZEEMAN gevondene lichtverschijnsel is daarom physiologisch zoo belangrijk, omdat het bewijst, dat de sterkste lichtperceptie aan bepaalde gedeelten der retina is gebonden, en dat de, achter het geel gekleurde gedeelte der zenuwvezelen en andere netvlieslagen gelegen staafjes en kegels en in het bijzonder de kegels, onder bepaalde omstandigheden een beeld van dit belangrijke gedeelte der retina tot waarneming kunnen brengen, en daardoor tevens bewijzen, dat zij de eigenlijke percipieerende elementen zijn.

Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES heeft van Prof. EDM. VAN AUBEL een brief ontvangen betrekking hebbende op proeven van den Heer CH. FIEVEZ „*over de werking van het magnetisme op den aard der spectra*", welke proeven den Heer ZEEMAN niet bekend waren en in zijne mededeelingen van October en November l.l. tot zijn leedwezen niet vermeld zijn geworden. Met verlof van den Voorzitter voldoet hij gaarne aan het verzoek van den Heer VAN AUBEL om dezen brief voor te lezen en wenscht hij op deze wijze het bedoelde verzuim te herstellen.

BRUXELLES, Le 28 Janvier 1897.

Très honoré Collègue,

J'ai lu avec beaucoup d'intérêt le travail de Mr. P. ZEEMAN qui a été entepris dans votre laboratoire et présenté à la séance du 18 Décembre 1896 de la Société de physique de Berlin.

Il me paraît cependant utile de vous faire remarquer que des expériences avaient déjà été entreprises dans cette voie par Mr. CH. FIEVEZ.

Il a trouvé que les spectres d'émission se modifient sous l'action du magnétisme comme par une élévation de la température et, dans certains cas, il a observé un renversement des raies spectrales.

J'ai eu le plaisir d'assister à ces expériences qui étaient excessivement nettes.

Dans un second travail, CH. FIEVEZ a étudié l'influence du magnétisme sur les spectres d'absorption du brome, de l'iode et de la vapeur d'acide hypoazotique, mais n'a obtenu ici que des résultats négatifs.

Toutefois je me hâte de dire que ces remarques ne diminuent en rien la valeur des recherches de Mr. P. ZEEMAN. Son expérience sur le spectre d'absorption de la vapeur de sodium et les considérations théoriques qu'il présente sont d'une grande importance.

Mais je crois intéressant de faire remarquer que MM. Ch. FIEVEZ et P. ZEEMAN ont observé le même phénomène dans une expérience qui n'avait donné à Faraday qu'un résultat négatif.

Je vous serais bien obligé si vous vouliez donner lecture de ma lettre à la prochaine séance de l'Académie d'Amsterdam.

Peut-être seriez vous disposé aussi à rendre compte en même temps des expériences de Mr. CH. FIEVEZ?

Veuillez agréer, très honoré Collègue, avec tous mes remerciments, l'assurance de ma parfaite considération.

EDM. VAN AUBEL.

De Heer KAMERLINGH ONNES deelt het een en andere mede uit de verhandelingen van CH. FIEVEZ:

CH. FIEVEZ. De l'influence du magnétisme sur les caractères des raies spectrales. Bulletins de l'Académie des sciences de Belgique, 3e série, tome 9, p. 381; 1885.

CH. FIEVEZ. Essai sur l'origine des raies de Fraunhofer, en rapport avec la constitution du soleil. Bulletins de l'Académie des sciences de Belgique, 3e série, tome 12, p. 30; 1886 [1]),

waaruit blijkt dat deze onderzoeker reeds in 1885 en 1886 de proeven heeft genomen, welke vermeld zijn in § 4, 5 en 13 van de mededeeling van den Heer ZEEMAN; dat hij echter evenmin als over de verbreeding der absorptielijnen iets heeft waargenomen omtrent den polarisatietoestand van het uitgezonden licht. De Heer FIEVEZ vond bij eene vlam in het magneetveld niet alleen verbreeding maar ook omkeering en dubbele omkeering der spectraallijnen, die tevens langer en helderder werden.

Dat FIEVEZ op het denkbeeld van deze proeven is gekomen, is een opmerkelijk feit, dat alleszins vermelding verdient en de door hem verkregen uitkomsten moeten zorgvuldig worden overwogen.

Daar de Heer VAN AUBEL mij verzoekt de aandacht op deze proeven te vestigen meen ik tegelijkertijd mijne beschouwingen over deze proeven te moeten mededeelen.

In de eerste plaats moet worden opgemerkt, dat bij deze proeven eene quantitatieve opgave ontbreekt. Hetgeen door FIEVEZ in sommige gevallen is waargenomen wijkt qualitatief af van hetgeen door den Heer ZEEMAN tot nog toe is gezien of (gelijk uit het volgende zal blijken) op grond van zijne uitkomsten zou kunnen worden voorspeld. Het is dus voorloopig volstrekt niet zeker of, zelfs in het geval waar de verschijnselen qualitatief overeenstemmen, FIEVEZ wel *hetzelfde* heeft waargenomen als ZEEMAN.

Vraagt men zich af of voor een sterker magneetveld dan den Heer ZEEMAN ten dienste stond en waarover FIEVEZ waarschijnlijk beschikte soms op grond van de theorie van den Heer LORENTZ voorspeld kan worden, wat FIEVEZ heeft gezien, dan komt men redeneerende als ZEEMAN §§ 18 en 19 tot een ontkennend antwoord. Immers in sterke magneetvelden zal men eene verdeeling van de spectraalstreep in drieën verwachten (verg. ZEEMAN § 19) wanneer het licht loodrecht op de richting der krachtlijnen zich voortplant

[1]) Verg. ook Beibl. 9, p. 752.

(en wel de middelste gepolariseerd loodrecht op de beide uiterste), eene verdeeling in tweeën (en wel rechts en links circulair gepolariseerd), daarentegen alleen wanneer het licht zich in de richting der krachtlijnen zelve voortplant. Dan toch alleen zal de rechtlijnige componente der trillingen in de richting der voortplanting van het licht zelve vallen en in deze richting niet tot lichtuitzending meewerken. (Vergel. de emissie der vibratoren van HERTZ). Uit de beschrijving der proeven van FIEVEZ is niet anders op te maken dan, dat het licht daarbij loodrecht op de krachtlijnen werd uitgezonden. Men zal dus volgens ZEEMAN enkel verbreeding of verdeeling in drieën kunnen verwachten. Onder de door FIEVEZ waargenomen opvolgende vormen van de spectraalstreep komt met eene verdeeling in drieën alleen overeen het geval van dubbele omkeering, waarbij nl. een lichte lijn op den donkeren band midden over de spectraalstreep werd gezien, wanneer men namenlijk onderstelt, dat het voorkomen der drie deelen zich er niet tegen verzette om ze als een magnetisch triplet op te vatten. Dit triplet ontstaat echter niet uit een verbreede streep. FIEVEZ zegt uitdrukkelijk, dat door den magneet de streep verbreed werd, dat de verbreede streep in tweeën verdeeld werd (omkeering), en dat verdeeling van een reeds in tweeën verdeelde streep in drieën (dubbele omkeering) werd waargenomen. Beschouwt men die dubbele omkeering als wijziging van een door temperatuursverhooging verkregen absorptiestreep, zoo hebben wij weder verdeeling van eene spectraalstreep in tweeën in plaats van in drieën.

Nu moet wel worden erkend dat de ontwikkelingen van den Heer ZEEMAN slechts een eerste schets zijn van de toepassing van de theorie van den heer LORENTZ op dit geval en moet dus de uitslag van de voortzetting zijner proefnemingen met sterkere velden, en in het bijzonder de uitkomst van het door den Heer LORENTZ aangegeven onderzoek der polarisatie-toestanden, in dit geval worden afgewacht voor men kan beslissen of de waarnemingen van FIEVEZ, door een specifieke werking van het magnetisme op het licht of door bijkomstige omstandigheden zijn verkregen. Maar anderzijds beschrijft FIEVEZ wat hij heeft gezien als „les phénomènes, qui se manifestent sous l'action du magnétisme sont identiquement les mêmes que ceux produit par une élévation de température". Aangezien nu werkelijk bij elke verandering van de vlam temperatuursveranderingen der verschillende deelen te verwachten zijn, en het spectrum van Natriumdamp wegens het groot emissie- en absorptievermogen zeer gevoelig voor temperatuursveranderingen is, zou men zonder verder onderzoek (verg. het oordeel van ZEEMAN over zijne eigene proeven

§ 6) geneigd geweest zijn uit de door FIEVEZ waargenomen opvolgende veranderingen in het spectrum eener vlam, veeleer tot eene *temperatuursverandering van de vlam* bij zijne proeven (door veranderde richting, vorm, magnetische convectie enz.) dan tot eene *specifieke werking van het magnetisch veld op de emissie en absorptie van het licht* te besluiten. Dat FIEVEZ met absorptiespectra alleen negatieve resultaten verkreeg, zou zonder nadere overweging (verg. ZEEMAN § 12) in dezelfde richting wijzen, evenals de toename van helderheid der streepen bij het magnetiseeren van de vlam, welke door hem werd opgemerkt.

Zeker vergroot de volkomen overeenstemming van de door FIEVEZ waargenomen verschijnselen met die welke aan temperatuursverhooging te wijten zijn, de onzekerheid die uit de qualitatieve verschillen met de uitkomsten van ZEEMAN en uit het ontbreken van eene quantitatieve opgave bij FIEVEZ voortvloeit.

Hebben de proeven van FIEVEZ geen betrekking op het magnetiseeren der spectraallijnen, geeft de beschrijving een onjuiste voorstelling dier proeven, of moet in die proeven in het licht van het onderzoek van ZEEMAN, de aanduiding worden gezien, dat op tot nog toe onverklaarde wijze in het magnetisch veld de lichtionen alleen in het vlak loodrecht op de krachtlijnen kunnen trillen? De verdere proeven van den Heer ZEEMAN zullen hierover waarschijnlijk weldra beslissen.

Vatten wij het voorgaande samen dan komen wij tot dit besluit. De proeven van den Heer FIEVEZ hadden voor ZEEMAN de aanleiding tot zijne verdere onderzoekingen kunnen zijn, maar zij hadden niet uitgemaakt of er eene specifieke werking van het magnetisch veld op de periode der trillingen van het uitgezonden licht bestaat, en voorloopig althans blijft het zelfs twijfelachtig of het door FIEVEZ waargenomene verschijnsel *bij een gemagnetiseerde vlam* inderdaad moet worden toegeschreven aan de door ZEEMAN gevondene *specifieke werking van het magnetisch veld op de periode der lichttrillingen*, welke door het bevestigen van de voorspellingen van den Heer LORENTZ buiten allen twijfel is gesteld.

Scheikunde. — De Heer VAN DER WAALS biedt voor de werken der Akademie aan, namens Prof. A. P. N. FRANCHIMONT, een opstel getiteld: „*Over het smeltpunt der organische stoffen*".

De Heer ENGELMANN biedt aan, mede uit naam van den Heer PEKELHARING, voor de boekerij: „Onderzoekingen gedaan in het Physiologisch Laboratorium te Utrecht, 4e Reeks, Deel IV, Stuk 2.

De Heer LORENTZ deelt mede, in aansluiting aan de door hem in de vorige vergadering (blz 295) gedane mededeeling, dat de onderzoekingen met den micromanometer van den Heer SMITS, niet geschied zijn in het Natuurkundig Laboratorium te Utrecht, maar in het Laboratorium voor anorganische Scheikunde, aldaar.

De Vergadering wordt gesloten.

(10 Februari 1897).

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN TE AMSTERDAM.

VERSLAG VAN DE GEWONE VERGADERING DER WIS- EN NATUURKUNDIGE AFDEELING

van Zaterdag 27 Februari 1897.

Voorzitter: de Heer H. G. van de Sande Bakhuijzen.
Secretaris: de Heer J. D. van der Waals.

Het Proces-Verbaal der vorige zitting wordt gelezen en goedgekeurd.

Ingekomen zijn:

1°. Missiven van de Heeren Grinwis, C. A. J. A. Oudemans en Hoogewerff, dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen.

2°. Bericht van het overlijden van het buitenlandsch lid, den Heer K. Weierstrass. De Voorzitter brengt hulde aan de nagedachtenis van den grooten wiskundige.

3°. Missive van den Minister van Binnenlandsche Zaken d.d. 4 Februari 1896, inhoudende de mededeeling van de goedkeuring der keuze van Dr. P. C. Plugge, hoogleeraar te Groningen, voor de uitzending naar het wetenschappelijk station te Buitenzorg.

1°. Missive van den Minister van Binnenlandsche Zaken d.d. 25 Februari j.l. inhoudende de mededeeling, dat weder voor het loopende jaar *f* 500.— subsidie is toegekend ter voortzetting der aanteekeningen van geologischen aard bij grondboringen. De Geologische Commissie der Akademie zal met den inhoud van dit schrijven in kennis worden gesteld.

Dierkunde. — De Heer Hoffmann brengt, ook namens den Heer Place, het volgende verslag uit over de verhandeling van Dr. Eugène Dubois, getiteld: *„Over de verhouding van het gewicht der hersenen tot de grootte van het lichaam bij de „zoogdieren"*.

De schrijver begint met hulde te brengen aan de verdiensten van Prof. Max Weber uit wiens onderzoekingen o. a. afdoende is bewezen, dat er werkelijk een wanverhouding bestaat, tusschen het hersengewicht en het lichaamsgewicht, van dien aard, dat kleine zoogdieren met betrekking tot hun lichaamsgewicht, meer hersenen bezitten dan grootere, die systematisch met hen gelijkstaan. Daarmede is tevens een vast uitgangspunt geleverd ter beoordeeling van de wijze, waarop het hersengewicht dan nader afhangt van de lichaamsgrootte, van den zoogenaamden somatischen factor, welke het hersengewicht mede bepaalt. In korte trekken gaat hij kritisch de wijze na, hoe men dit tot nog toe heeft trachten te doen. Dat b. v. de lichaamsgrootte invloed heeft op den rijkdom der windingen, is als een vaststaand feit te beschouwen. Daarentegen is de hersenschors bij alle zoogdieren ongeveer even dik en de lichaamsgrootte heeft daarop maar zeer weinig invloed. Om nu toch bij gelijkblijvende dikte der schors, dezelfde structuur te bezitten, zoowel bij elkander verwante groote als kleine zoogdieren en die in organisatie gelijkstaan, behoeven de hersenen niet alleen een grooter aantal geleidingsbanen, maar ook een evenredige vermeerdering van de hoeveelheid der hersenschors. Daartoe bestaan drie mogelijkheden. Zonder aanmerkelijke verdikking kan het volume der grijze schors vermeerderd worden: 1°. zonder plooiing door aanzienlijke volumevermeerdering van de witte stof, dat is, door verlenging van de geleidingsbanen; 2°. door plooiing alleen, zonder vermeerdering van het volume van het merg; 3°. zoowel door plooiing van de schors, als door vermeerdering van het merg, met andere woorden door verlenging der geleidingswegen.

De eerste wijze van vergrooting van het volume der bijna niet in dikte veranderende hersenschors is alleen bij kleinere dieren waar-

tenemen. Zoodra de lichaamsgrootte zekere, niet in alle groepen gelijke mate overschrijdt, treden plooiingen der hersenschors op. Daardoor wordt een zekere, overbodige verspilling van materiaal en eene in den regel niet voordeelige vergrooting van den schedel vermeden. Van andere behoeften van het organisme schijnt het dan aftehangen, hoever die plooiing gaat.

Langs een geheel anderen gedachtengang als BRANDT en SNELL is Dr. DUBOIS er eveneens toegekomen, om verband te zoeken tusschen het hersengewicht en de grootte van het lichaamsoppervlak, hetgeen nu door den Schrijver op zeer scherpzinnige wijze nader wordt uiteengezet. Het is niet goed mogelijk hiervan een kort overzicht te geven, zonder gevaar te loopen, zijn uiterst belangrijk betoog te verminken. Daarom zij hier alleen het besluit vermeld waartoe de Schrijver gekomen is. Bij dieren, die in lichaamsgrootte gelijk zijn, hangt de hoeveelheid der hersenen af van de mate van samengesteldheid, welke zij bereikt hebben. In dezelfde verhouding als de samengesteldheid der hersenen toeneemt, vermeerdert echter ook de massa, het gewicht daarvan, met andere woorden, de cephalisatie van het centraalzenuwstelsel neemt toe, zoowel in qualiteit als in quantiteit. Alleen de quantitatieve cephalisatie is voorloopig eenigermate onder cijfers te brengen en de Schrijver heeft dan ook getracht de verhouding van het gewicht der hersenen tot de grootte van het lichaam bij de zoogdieren onder eene mathematische formule te brengen, door namelijk den relatie-exponent te berekenen, die de uitgebreidheid der betrekking met de buitenwereld helpt uitdrukken.

Door gebruik te maken van de door WEBER medegedeelde en gedeeltelijk ook aan anderen ontleende cijfers en van enkele nieuwe gewichtsbepalingen heeft Dr. DUBOIS nu dien relatie-exponent berekend en gevonden, dat de waarde daarvan altijd beneden den somatischen factor van SNELL blijft, maar daarvan niet veel afwijkt. Dat zijn relatie-exponent iets beneden den somatischen exponent van SNELL ligt, verklaart hij uit de sterkere ontwikkeling en de grootere dichtheid van het perceptief oppervlak, bij kleinere zoogdieren. Het is dus werkelijk de grootte van het perceptief zintuigsoppervlak, die de hoeveelheid in de hersenen bij gelijke organisatie bepaalt.

In hooge mate belangrijk zijn de uitkomsten bij Vledermuizen verkregen. Alle tot deze groep van zoogdieren behoorende vertegenwoordigers staan op zeer lagen trap van hersenorganisatie, zij zijn verder aan elkander zeer nauw verwant, zoo als b. v. blijkt uit hun zeer gering ontwikkeld gezichtszintuig en hun zeer krachtig

ontwikkeld tastzintuig. Voor 4 soorten van Vledermuizen heeft de Schrijver nu eveneens den relatie-exponent berekend en de waarde daarvan wijkt zoo weinig af van die, welke men verkrijgen moest wanneer de hersengewichten zich juist verhielden als de lichaamsoppervlakken, dat het grondbeginsel van bovengenoemde stelling, men kan wel zeggen, letterlijk is bewezen.

De verhandeling van Dr. DUBOIS mag als een voortreffelijk geslaagde poging worden beschouwd, om de duistere verschijnselen, die er in de verhouding van het hersengewicht tot het lichaamsgewicht bij de zoogdieren bestaan, tot klaarheid te brengen en volgaarne stelt Uwe Commissie dan ook voor dien arbeid in de werken der Akademie op te nemen.

LEIDEN, AMSTERDAM.

Aldus wordt besloten.

Scheikunde. — De Heer FRANCHIMONT spreekt „*Over de nitrogroep der nitraminen*".

Hij herinnert aan zijne voordracht van Januari 1884 *over het salpeterzuur* waarbij hij op chemische gronden tot het besluit kwam dat, volgens den toenmaligen stand der wetenschap, het salpeterzuur beschouwd moest worden als te bestaan uit twee groepen nl. de groep OH en de cyclische groep NO_2 door middel van de stikstof eraan gebonden.

Door zijne onderzoekingen omtrent de werking van dit zuur op waterstofverbindingen is hij in die meening versterkt, ofschoon nu en dan twijfel bij hem oprees of in sommige gevallen de groepeering

$N \begin{matrix} /\!/ O \\ \backslash\!\backslash O \end{matrix}$ niet eene betere uitdrukking ware dan de cyclische $N \begin{matrix} / O \\ | \\ \backslash O \end{matrix}$.

Toch wordt tegenwoordig nog door het meerendeel der chemici voor de nitrogroep van het salpeterzuur de cyclische bindingswijze aangenomen, ook op physische gronden.

Wanneer à priori geen reden is te zien waarom deze groep, bij hare invoering door middel van salpeterzuur in waterstofverbindingen, van innerlijke structuur zou veranderen, moet men beginnen met consequent te zijn en dezelfde groep in de op deze wijze verkregen nitroverbindingen [1]) aannemen; dit is dus 't geval voor de nitraminen zoowel voor de zure als voor de neutrale.

Omtrent de neutrale nitraminen schijnt, totnogtoe althans, geen

[1]) Anders zou 't kunnen zijn bij nitrolichamen, door middel van salpeterigzuur of zijne zouten bereid.

verschil van meening te heerschen, wel in den laatsten tijd omtrent de zure. Prof. A. HANTZSCH in Würzburg heeft onlangs getracht de waarschijnlijkheid te betoogen dat in de zure nitraminen, zooals methylnitramine, de groepeering N—N—OH aanwezig zou zijn, zoo-



dat zij eigenlijk geen nitraminen maar hydroxydiazoxyverbindingen zijn. Hij neemt aan dat dit de eenige stabiele groepeering is en dat CH_3. NH. NO_2. zóó onbestendig is dat het zich spontaan omzet in CH_3. N—N—OH. Hij doet dit o. a op grond dat het methylni-



tramine een zuur is en dit volgens hem niet zou kunnen zijn als de waterstof stond aan de stikstof.

Door het voortgezet onderzoek der werking van alkylhaloïden op metaalderivaten der zure nitraminen is gebleken, dat daarbij twee lichamen ontstaan nl. neutrale nitraminen en isomeeren, wier structuur nog niet is opgehelderd. Hieruit volgt, dat de metaalderivaten op tweeërlei wijze reageeren, zooals dit met tal van andere metaalverbindingen 't geval is, maar in elk geval gedeeltelijk als stond het metaal aan de stikstof. Dat een metaalatoom, oorspronkelijk aan stikstof geplaatst, in oplossing, door temperatuursverhooging enz., de stikstof zou kunnen verlaten om naar de zuurstof te gaan en zelfs gemakkelijker dan de waterstof, is niet bevreemdend en voor

de metaalderivaten zou dus ook deze vorm CH_3. N = N $\begin{smallmatrix} /\!\!/ O \\ \backslash OMe \end{smallmatrix}$ of

CH_3. N—N—OMe als mogelijk onder sommige omstandigheden aan-



gemerkt kunnen worden. Maar hieruit volgt niet dat het vrije

nitramine de groep OH bevat. Was de nitrogroep N $\begin{smallmatrix} /\!\!/ O \\ \backslash\!\!\backslash O \end{smallmatrix}$ dan zou

er eenige waarschijnlijkheid meer voor zijn, naar analogie met de bekende eigenschappen der groep N = O te oordeelen.

Dat het metaal zich van de zuurstof naar de stikstof zou begeven komt mij minder waarschijnlijk voor.

De uit de metaalderivaten verkregen alkylderivaten, de neutrale nitraminen en hunne isomeeren, gedragen zich geen van beiden als waren zij esters van een zuur, want geen van beiden geeft door behandeling met waterige oplossingen van alkaliën (verzeeping) het

zure nitramine terug, ofschoon het metaalderivaat daarvan onder die omstandigheden bestendig is.

Evenals met alkylchloriden reageeren de alkaliderivaten met chloormierenzure esters en met pikrylchloride, ook hier komt de ingevoerde groep aan de stikstof. De alkaliderivaten worden door water en door alcohol gedeeltelijk ontleed, 't minst die van het methylnitramine, veel meer die van de homologen, zoodat 't zure karakter ook schijnt af te hangen van de alkylgroep.

Twijfel aan de juistheid der opvatting van de zure nitraminen is bij mij opgekomen o. a. door 't herhaaldelijk mislukken der inwerking van zuurchloriden en anhydriden, die altijd met volkomen ontleding gepaard gaat.

Door onderzoek is mij gebleken dat het methylnitramine koolzuur, cyaanwaterstof, cyaanzuur, zwavelwaterstof, zwaveligzuur, salpeterigzuur uit hunne zouten vrijmaakt, op lakmoes als een zuur reageert en zich direct met ammoniak vereenigt; hieruit volgt het zure karakter van het methylnitramine maar niet de aanwezigheid er in van de groep OH.

Reeds voor eenige jaren heeft de Heer Rouffaer getracht de electrolytische dissociatie bij het methylnitramine te bepalen en toen is gebleken dat deze zeer gering is. Ook dit spreekt nòch voor nòch tegen de aanwezigheid der OH-groep. Want niet alle stoffen met OH vertoonen sterke electrolytische dissociatie, dit hangt o. a. af van hetgeen er aan gebonden is. Geldt dit reeds voor waterstof aan zuurstof gebonden, waarom zou dan bij waterstof aan stikstof gebonden niet 't zelfde kunnen plaats hebben? De zuurstof is er niet voor noodig want chloorwaterstof en zelfs rhodaanwaterstof is een sterk zuur. Een bepaalde grens wanneer een stof als een zuur moet aangemerkt worden is ook langs dezen weg niet aan te geven en evenmin is er uit af te leiden of de waterstof aan zuurstof gebonden is.

De Heer Hantzsch ziet een steun voor zijne meening in de ontdekking der twee isomeere phenylnitromethanen, waarvan het eene, het echte nitrolichaam, indifferent is en de formule $C_6 H_5 CH_2 . NO_2$. krijgt, terwijl het tweede een zuur karakter heeft en volgens hem de formule $C_6 H_5 .$ CH. NOH. Hier is het neutrale lichaam het

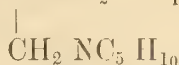


stabiele. Bij de nitraminen moet volgens hem $CH_3 .$ NH NO_2 eveneens neutraal zijn maar daarentegen zoo weinig stabiel dat het zich spontaan in $CH_3 .$ N—N—OH omzet, dat hij als de eenige stabiele



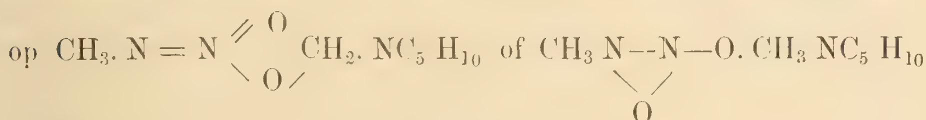
vorm aanmerkt.

Nu heeft Prof. LOUIS HENRY in Leuven gevonden, dat nitromethaan met drie molekulen van een amino-alcohol, zooals piperidinomethylalcohol reageert, nitroaethaan met twee en een secundaire nitrokoolwaterstof met één, onder vorming van drie, twee of één molekuul water en dus met het aantal waterstofatomen, dat zich nevens de nitrogroep aan de koolstof bevindt. De reactie heeft onmiddellijk plaats bij 't vermengen der stoffen, dus zeer gemakkelijk en verloopt quantitatief. Schijnbaar op dezelfde wijze gedraagt zich methylnitramine; het geeft met één molekuul piperidinomethylalcohol dadelijk eene fraai kristalliseerende bij 51° smeltende verbinding die blijkens de analyse onder vorming en uittreding van een molekuul water geboren is en dus naar analogie met nitromethaan deze formule zou moeten hebben $CH_3 . N . NO_2$. Op dezelfde wijze werkt



aethyleendinitramine met twee molekulen piperidinomethylalcohol.

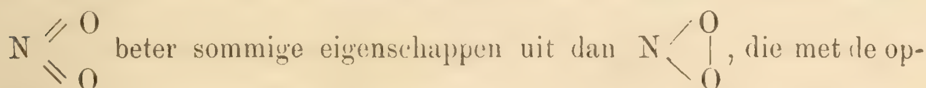
Toch komt het mij voor dat de verkregen verbindingen, wier waterige oplossingen in de koude zelfs door de carbonaten der alkaliën dadelijk ontleed worden onder afscheiding van piperidinomethylalcohol en vorming van het alkaliderivaat van het nitramine, eene andere structuur moeten hebben. Deze eigenschap wijst meer



dunkt mij, ofschoon niet uitsluitend.

Behalve de aangehaalde zijn er nog vele andere feiten die òf voor de eene òf voor de andere opvatting pleiten. Daar onze formules niet alleen berusten op de synthese maar eveneens eene uitdrukking moeten zijn van de eigenschappen der lichamen kan ik niet $CH_3 . N—N—OH$ als formule voor 't methylnitramine aanmerken,

omdat dan tal van eigenschappen niet of alleen zeer gedwongen daaruit volgen. Ik zie in den aard der nitrogroep de oorzaak van het eigenaardig gedrag der zure nitraminen. Drukt ook al



tische 't best in overeenstemming schijnt te zijn, zooveel verschil tusschen de twee is er niet. Neemt men aan, dat het oorspronkelijk aan de stikstof geplaatste waterstofatoom bij zijne intramolekulaire beweging in de nabijheid van een der zuurstofatomen komende daaraan voor

een oogenblik zoogenaamd gebonden is, dan heeft men de tusschenvormen waarmede het lichaam in reactie kan treden. Er gebeurt dan slechts intramoleculair wat men anders intermoleculair zou kunnen verwachten. Het zure karakter van het lichaam is dan analoog aan dat van de organische zuren en ook van het salpeterzuur zelf. De dubbele reactie der zouten is er mede in overeenstemming en ook 't feit dat de neutrale nitraminen deze eigenschap missen. Mogelijk blijft dat van alle vormen CH_3. N—N—OH de eenige op zich-



zelf stabiele is, maar deze formule aan 't methylnitramine te geven komt mij voorloopig niet gewenscht voor, omdat zij minder eenvoudig de eigenschappen van dat lichaam uitdrukt dan de oorspronkelijk gebezigde en een oordeel over de structuur der stof wanneer zij niet in reactie treedt moeilijk is te vellen; en al kon men deze formule in een bepaald geval bewijzen, dan nog zou 't gewaagd zijn dezelfde groepeering bij alle zure nitraminen aan te nemen daar aangetoond is dat hunne eigenschappen variëeren, door de koolwaterstofresten of andere groepen die zij bevatten.

Physiologie. — De heer Hamburger spreekt: „*Ueber den Einfluss geringer Quantitäten Säure und Alkali auf das Volum der rothen und weissen Blutkörperchen*"

In meiner vorigen Mittheilung [1]) war die Rede von dem Einfluss von CO_2 auf das Volum und die Form der Blutkörperchen, die vorliegende Mittheilung enthält eine Fortsetzung jener Untersuchungen. Es wurde jetzt die Frage gestellt, ob es sich bei der Einwirkung von CO_2 um eine specifische Wirkung dieses Gases handelt oder ob auch andere Säuren dieselbe Eigenschaft besitzen, d. h. eine Quellung der Blutkörperchen herbeizuführen im Stande sind, und wenn ja, ob dann Alkali das Umgekehrte, d. h. Abschwellung bewirkt.

I. Volumetrische Versuche.

Es wurden vier Mal 100 cc. defibrinirtes Pferdeblut abgemessen und solange sich selbst überlassen bis ein klares Serum sich abgeschieden hatte. Auf dieses Serum wurde dann vorsichtig 5 cc. Wasser, 5 cc. $^1/_{40}$, $^1/_{20}$ und $^1/_{10}$ normal HCl geschichtet. Jedesmal wurde unmittelbar nach der Hinzufügung der Flüssigkeit geschüttelt und

[1]) Diese Sitzungsberichte 28 November 1896. S. 208.

50 cc. von dem Gemisch in eine fein calibrirte Mohr'sche Bürette mit Glashahn gebracht [1]).

24 Stunden nachher wird das Folgende beobachtet.

50 cc. des Gemisches von 100 Blut	+ 5 cc Wasser	zeigen	19.20 cc. Bodensatz.
" " " " " " "	+ 5 cc. $HCl^1/_{40}$ normal	"	19.30 " "
" " " " " " "	+ 5 cc. $HCl^1/_{20}$ normal	"	19.42 " "
" " " " " " "	+ 5 cc. $HCl^1/_{10}$ normal	"	19.51 " "

Man sieht dass unter dem Einfluss von Salzsäure die Senkungsschicht zunimmt.

Centrifugalversuche gaben ein entsprechendes Resultat. Es wurden namentlich die vier Gemische gleichzeitig centrifugirt und zwar solange bis keine Volumsveränderung des Bodensatzes mehr ersichtlich war.

10 cc. des Gemisches von 100 cc. Blut	+ 5 cc. Wasser	zeigen	3.75 cc. Bodensatz.
" " " " " " "	+ 5 cc. $HCl^1/_{40}$ normal	"	3.775 " "
" " " " " " "	+ 5 cc. $HCl^1/_{20}$ normal	"	3.80 " "
" " " " " " "	+ 5 cc. $HCl^1/_{10}$ normal	"	3.83 " "

Zum Ueberfluss wurde nun noch das *Volum der körperlichen Elemente* genauer bestimmt und zwar auf die folgende Weise: Nachdem wieder die vier genannten Gemische angefertigt waren [2]), wurde jedes Gemisch in zwei Theilen getheilt; ein Theil wurde sich selbst überlassen und vom abgehobenen Serum wurde das specifische Gewicht bestimmt; der andere Theil (50 cc.) wurde versetzt mit 50 cc. einer der osmotischen Spannkraft dieses Serums entsprechenden Kochsalzlösung. Auch von der jetzt sich abscheidenden Serum-Kochsalzlösung wurde das specifische Gewicht dosirt. Diese Bestimmungen geschahen mit Hülfe eines Picnometers von 21.055 cc. Inhalt (15° C.). War nun auch das specifische Gewicht der Kochsalzlösung bekannt, so konnte das Volum der körperlichen Elemente im Gemisch berechnet werden.

Zur Controle wurde immer auch ein Versuch angestellt mit 50 cc. Blut + 25 cc. Kochsalzlösung. Von den zwei für jedes Gemisch erhaltenen Resultaten wurde das Mittel genommen.

50 cc.d. Gemisches v. 100 cc. Blut	+ 5 cc. Wasser	enthalten	18.20 cc. körperl. Elemente.
" " " " " " " "	+ 5 cc. $HCl^1/_{40}$ normal	"	18.31 " " "
" " " " " " " "	+ 5 cc. $HCl^1/_{20}$ normal	"	18.40 " " "
" " " " " " " "	+ 5 cc. $HCl^1/_{10}$ normal	"	18.59 " " "

---

[1]) Selbstverständlich wurde die Vertheilung der Büretten erst controlirt und auch das Volum zwischen dem Theilstrich 50 und der Glashahn genau bestimmt.

[2]) Von wesentlicher Bedeutung bei derartigen Versuchen mit Pferdeblut ist, dass man sogar während des Abmessens mittels der Pipette, das Blut in Bewegung halten lässt, mit Rücksicht auf die grosse Senkungsgeschwindigkeit der rothen Blutkörperchen.

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der auf die gleiche Weise bei zwei anderen Pferden erhaltenen Resultate:

	Volum des Bodensatzes von 50 cc Blut nach 24 Stunden. (Ohne Centrifugirung).	Volum des Bodensatzes von 10 cc. Blut (Nach Centrifugirung).	Volum der körperlichen Elemente in 50 cc. Blut.
Ursprüngliches Blut	19.06 cc	3.74 cc.	18.10 cc.
100 cc. Blut + 4 cc. Wasser	19.40 "	3.81 "	18.41 "
100 cc. Blut + 4 cc. $HCl^1/_{20}$ norm	19.61 "	3.85 "	18.67 "
100 cc. Blut + 4 cc. $HCl^1/_{10}$ norm.	19.82 "	3.89 "	18.75 "
Ursprüngliches Blut	19.07 "	3.75 "	17.17 "
100 cc. Blut + 6 cc. Wasser	19.61 "	3.86 "	17.64 "
100 cc. Blut + 6 cc. $HCl^1/_{40}$ norm.	19 77 "	3.89 "	18.24 "
100 cc. Blut + 6 cc. $HCl^1/_{20}$ norm.	19.93 "	3.92 "	18.40 "
100 cc. Blut + 6 cc. $HCl^1/_{10}$ norm.	20.08 "	3.96 "	18.82 "

Es erleidet also keinen Zweifel dass HCl *eine Quellung der rothen Blutkörperchen herbeiführt*, und zwar wenn man sogar das HCl in sehr geringer Quantität hinzufügt.

Enthält ja $^1/_{40}$ normal HCl-Lösung $\frac{36.5}{40}$ Gr. HCl pro Liter; 5 cc. dieser Lösung enthalten also $\frac{36.5}{40} \times \frac{5}{1000} = 0.004625$ Gr. HCl.

Da in unseren Versuchen 100 cc. Blut mit dieser Quantität versetzt wurde, erhielt dasselbe also $\frac{0.004625}{105} \times 100 = 0.0044$ pCt. HCl. Diese Quantität ist aequivalent mit etwa **1,3** Volum percent CO_2-Gas. (bei 0°). Denn 36.5 Gr. HCl sind aequivalent mit 22 Gr. CO_2; also 0.0044 Gr. HCl mit $\frac{0.0044}{36.5} \times 22 = 0.00265$ Gr. CO_2. Da 44 Gr. CO_2 bei 0° und 760 m.M. Hg ein Volum van 22340 cc. besitzt, haben 0.00265 Gr. CO_2 folglich ein Volum von $\frac{0.00265}{44} \times$ $\times 22340 = 1.3$ cc.

Bekanntlich enthält venöses Blut etwa 4—5 Volumprocent CO_2 mehr als arterielles. Hieraus folgt dass man durch Hinzufügung von 5 cc. $^1/_{40}$ normal HCl zu 100 cc. Blut bei Weitem nicht eine

Säuremenge hinzusetzt, welche übereinstimmt mit dem Unterschied im CO_2 Gehalt von venösem und arteriellem Blute. Mit diesem Unterschied stimmt erst etwa überein eine Hinzufügung von 5 cc. $^1/_{10}$ normal HCl zu 100 cc. Blut.

Dass auch Hinzufügung von 5 Volumprocent CO_2 eine sichtbare Quellung herbeiführt, davon kann man sich auf die folgende Weise leicht überzeugen. Man füllt eine Mohr'sche Bürette mit Pferdeblut an, lässt 5 Volumprocent des Blutes durch CO_2-Gas verdrängen, verschliesst und schüttelt. Eine zweite gleich grosse Bürette, deren Totalinhalt und Vertheilung mit den der ersteren genau verglichen worden ist, wird ebenso mit Blut versehen und zwar genau mit ebensoviel als in der ersten Bürette noch vorhanden ist. Nach Senkung der Blütkörperchen während 24 Stunden wird in Beiden der Bodensatz abgelesen. Stets zeigte sich derselbe grösser beim mit CO_2-behandelten Blute.

Ein Paar Beispiele [1]).

54.6	cc. des ursprünglichen Blutes	enthalten	22.9	cc. Bodensatz.
54.6	cc. des mit 8 pCt. CO_2 behandelten Blutes	"	23.2	cc. "
56	cc. des ursprünglichen Blutes	"	20.45	cc. "
56	cc. des mit 5 pCt. CO_2 behandelten Blutes	"	20.75	cc. "

Dieses Resultat giebt auch eine vollkommene Bestätigung der in der vorigen Mittheilung erwähnten Thatsache, dass namentlich die zuerst von von Limbeck *bei Hindurchleitung grösserer* CO_2 *Mengen beobachtete Quellung der rothen Blutkörperchen, sich auch im Körper nachweisen lässt.*

Die nämlichen Versuche, welche mit Salzsäure ausgeführt wurden, habe ich auf gleicher Weise mit aequivalenten Mengen KOH verrichtet. Es genügt also einige Versuchsresultate in einer Tabelle zusammenzufassen.

---

[1]) Sicherheitshalber wurden in diesen Versuchen die Büretten für das normale und des CO_2-Blut umgewechselt.

	Volum des Bodensatzes von 50 cc. Blut nach 24 Stunden. (Ohne Centrifugirung).	Volum des Bodensatzes von 10 cc. Blut. (Nach Centrifugirung).	Volum der körperlichen Elemente in 50 cc Blut.
100 cc Blut + 4 cc Wasser	19.02 cc.	3.72 cc	16.96 cc.
100 cc. Blut + 4 cc. $KOH^1/_{40}$ norm.	18.80 "	3.68 "	16.70 "
100 cc. Blut + 4 cc. $KOH^1/_{20}$ norm.	18.62 "	3.61 "	16.54 "
100 cc Blut + 4 cc. $KOH^1/_{10}$ norm.	18.11 "	3.57 "	16.38 "
100 cc. Blut + 6 cc. Wasser	19.30 "	3.78 "	17.32 "
100 cc. Blut + 6 cc. $KOH^1/_{40}$ norm.	19.16 "	3.74 "	17.21 "
100 cc Blut + 6 cc $KOH^1/_{20}$ norm.	19 "	3.73 "	17.01 "
100 cc. Blut + 6 cc. $KOH^1/_{10}$ norm.	18.71 "	3.66 "	16.72 "
100 cc. Blut + 5 cc. Wasser	19.26 "	3.79 "	17.35 "
100 cc. Blut + 5 cc. $KOH^1/_{20}$ norm.	19.05 "	3.74 "	17.03 "
100 cc. Blut + 5 cc. $KOH^1/_{10}$ norm.	18.43 "	3.60 "	16.39 "

Aus dieser Tabelle erhellt, dass das Blutkörperchenvolum unter dem Einfluss von KOH *abnimmt.*

II. Mikroskopische Untersuchung.

Die mikroskopischen Messungen wurden hier genau auf dieselbe Weise ausgeführt wie bei den Untersuchungen über den Einfluss von CO_2. (l. c.).

a. *die rothen Blutkörperchen.*

	Summe der grossen Durchmesser von 100 rothen Blutkörperchen.	Bodensatz von 10 cc. Blut nach Centrifugirung.
250 cc. Pferdeblut + 10 cc. Wasser	766 μ	3.250 cc.
" " " + 10 cc. $^1/_{10}$ norm. H_2SO_4	703 "	3.325 "
" " " + 10 cc. $^1/_{10}$ norm. KOH	730 "	3.125 "
200 cc. Pferdeblut + 5 cc. Wasser	787 μ	
" " " + 5 cc $^1/_4$ norm. H_2SO_4	751 "	
" " " + 5 cc. $^1/_2$ norm. H_2SO_4	677 "[1]	
" " " + 5 cc. $^1/_4$ norm NaOH	731 "	
100 cc. Pferdeblut + 5 cc. $^1/_4$ norm H_2SO_4	789 μ	
" " " + 5 cc. $^1/_2$ norm. H_2SO_4	718 "	
" " " + 5 cc $^1/_8$ norm. NaOH	744 "	
" " " + 5 cc. $^1/_4$ norm NaOH	769 "	

[1]) In normales Serum zurückgebracht, werden die Blutkörperchen wieder biconcav und reihen sich an Geldrollen zusammen. Sie bekommen einen mittleren Durchmesser von 7.49 μ.

Diese Versuche lehren dass der Durchmesser durch Säure und durch Alkali abnimmt. Je concentrirter die Säure desto stärker Abnahme, eine Erscheinung, welche wir auch bei CO_2 beobachteten. Das NaOH scheint in dieser Hinsicht einer anderen Regel zu folgen. Ich werde hier auf diesen Gegenstand nicht eingehen. Nur will ich hier bemerken, dass es sich bei dem Einfluss von Säure und Alkali auf die Dimensionen, um mehrere Factoren handelt: 1° die Vergrösserung des Volums durch Säure und die Verkleinerung durch Alkali; 2° die Neigung der biconcaven Scheibchen sich der Kugelgestalt hinzuzustreben, welche Neigung unter dem Einfluss von Säure und Alkali nicht eine gleich grosse ist; 3° der Einfluss der mit der Säure und dem Alkali hinzugefügten Wassermenge, etc.; sodass es schliesslich schwierig ist, vorauszusagen, welche Aenderung die Dimensionen des Scheibchens erfahren werden bei Hinzufügung von Alkali und Säure in verschiedenen Concentrationen und in verschiedenen Verhältnissen zum Blutvolum.

b. *die weissen Blutkörperchen.*

Um den Einfluss von Säure und Alkali auf die weissen Blutkörperchen zu untersuchen wurde defibrinirtes Pferdeblut, nachdem es durch nicht präparirte Gaze, von Fibrin befreit war, solange sich selbst überlassen bis die meisten rothen Blutkörperchen sich gesenkt hatten. Das Serum ist dann röthlich trübe, röthlich durch einige rothe Blutkörperchen, welche noch nicht zu Boden gesunken sind, trübe hauptsächlich dadurch, dass fast alle weisse Blutkörperchen noch darin vorhanden sind. Von diesem Serum werden 25 cc. versetzt mit 1 cc. Wasser, 1 cc. $^1/_{10}$ normal HCl und 1 cc. $^1/_{10}$ normal KOH. 2 Stunden nachher werden mikroskopische Präparate angefertigt und werden auf die bekannte Weise von jedem Präparate 100 weisse Blutkörperchen gemessen.

Das Resultat der Messungen, welche für einen Theil mit grosser Sorgfalt ausgeführt wurden von meinem Assistenten Herrn J. A. KLAUWERS, ist ersichtlich aus folgenden Angaben.

	Summe der Diameter von je 25 weissen Blutkörperchen.				Summe der Diameter von 100 Blutkörperchen.
Ursprüngliches Serum	197	+ 196.25	+ 191	+ 195	779.25 μ
25 cc. Serum + 1 cc. Wasser	207.25	+ 201.25	+ 201	+ 207.75	817.25 „
25 cc Serum + 1 cc. HCl $^1/_{10}$ norm.	204	+ 209	+ 215.5	+ 204.5	833. „
25 cc. Serum + 1 cc. KOH $^1/_{10}$ norm.	205	+ 192.75	+ 206	+ 197.75	801.50 „

Durch Hinzufügung von Wasser allein entsteht also bereits eine Zunahme von 779.25 μ bis 817.25 μ. Gebraucht man statt Wasser dasselbe Volum $^1/_{10}$ normal HCl, so entsteht eine Zunahme von 817.25 bis 833 μ. Dasselbe Volum $^1/_{10}$ normal KOH dahingegen bewirkt das Entgegengesetzte; hierdurch findet eine Abnahme statt von 817.25 bis 801.50 μ.

Ein anderes Beispiel (anderes Pferd).

	Summe der Diameter von je 25 weissen Blutkörperchen				Summe der Diameter von 100 Blutkörperchen.
25 cc. Serum + 1 cc. Wasser	207	+ 215	+ 210	+ 211 25	843.25 μ
25 cc. Ser. + 1 cc. $^1/_5$ norm H_2SO_4	217	+ 214	+ 214	+ 210	856.50 "
25 cc Ser. + 1 cc. $^1/_5$ norm. NaOH	199	+ 204	+ 214	+ 207	815 "

Wieder dasselbe Resultat: *Säure bewirkt Zunahme, Alkali dahingegen Abnahme des Durchmessers.*

Ich verfüge noch über mehrere gleichartige Versuche, welche an einem anderen Ort Erwähnung finden werden. Hier genügt es mitzutheilen, dass dieselben Alle dasselbe Resultat auflieferten.

Nur will ich hier noch einen Versuch erwähnen, welcher zeigt dass wenn man Serum schüttelt mit 5 à 10 Vol. pCt. CO_2, die weissen Blutkörperchen eine sichtbare Quellung erfahren.

	Summe der Diameter von je 25 weissen Blutkörperchen.				Summe der Diameter von 100 weissen Blutkörperchen.
Ursprüngliches Serum	197	+ 196.25	+ 191	+ 195	779.25 μ
100 cc. Serum + 5 cc. CO_2	201	+ 196.25	+ 197.50	+ 199.50	794.25 "
100 cc. Serum + 10 cc. CO_2	200	+ 202	+ 205.75	+ 196.25	804 "

III. Erklärung der durch Säure und Alkali herbeigeführten An- und Abschwellung der Blutkörperchen und von zwei der damit zusammenhängenden Erscheinungen.

In meiner vorigen Mittheilung gab ich eine kurze Erklärung für die durch CO_2 herbeigeführte Quellung der rothen Blutkörperchen (S. 214) und äusserte dann die Absicht, hier noch auf diese Erklärung zurückzukommen.

Es kann als eine festgestellte Thatsache betrachtet werden, dass durch die Einwirkung von CO_2 auf Blut, der Alkaligehalt des Serums steigt [1]). Für diese Erscheinung sind wenigstens zwei Ursachen anzuführen; 1° der Uebergang von Alkali aus den Blutkörperchen in das Serum [1]), 2° der durch Quellung der Blutkörperchen herbeigeführte Wasserverlust des Serums, wodurch eine Concentrationszunahme des schon vorhandenen Serums entsteht. (VON LIMBECK [2]) GÜRBER [3]).

Das erste Moment ist vor zwei Jahren im ZUNTZ'schen Laboratorium von C. LEHMANN [4]) und von LOEWY und ZUNTZ [5]) einer sorgfältigen Untersuchung unterzogen worden. Ins besondere haben LOEWY und ZUNTZ hervorgehoben, dass in den Blutkörperchen und im Serum das Alkali in zwei Formen vorkommt, namentlich als diffusibeles und nicht diffusibeles, oder genauer gesagt, als leicht und als schwer diffusibeles Alkali. Zu dem leicht diffusibelen müssen gerechnet werden die gewöhnlichen Alkalisalze (Carbonate, Phosphate); schwer diffusibel ist das Alkalialbuminat.

Wirkt nun CO_2 auf Blut ein, so wird in den Blutkörperchen und im Serum ein Theil der Alkalialbuminate zersetzt und es kommt diffusibeles Alkalicarbonat frei, in den Blutkörperchen viel mehr als im Serum. Daher dass Alkali aus den Blutkörperchen in das Serum hinübertritt.

Nun wird schon längst angenommen, dass verdünnte Alkalien das

---

[1]) Over den invloed der ademhaling op de permeabiliteit der roode bloedlichaampjes. Verslagen en Mededeelingen der Kon Akad. v. Wetensch. Dl. IX. 1891.

Ueber den Einfluss der Athmung auf die Permeabilität der rothen Blutkörperchen. Zeitschr. f. Biol. 1892. S. 405.

In dieser Arbeit habe ich leider versäumt zu erwähnen, dass schon im Jahre 1867 ZUNTZ gefunden hatte, dass wenn man Blut mit CO_2 behandelt, der Alkaligehalt des Serums steigt. Unser Weg, welcher zu dieser Beobachtung führte, war jedoch durchaus verschieden. Ausserdem zeigte ich dass der Process umkehrbar war und weiter dass, was für künstlich venös gemachtes Blut galt, bei der Vergleichung des *natürlichen* venösen und arteriellen zurückgefunden wird.

Over het onderscheid in samenstelling tusschen veneus en arteriëel bloed. Verh. der Kon. Akad. v. Wetensch. Dl. 1, N°. 5, 1892); Vergleichende Untersuchungen von arteriellem und venösem Blute und über den bedeutenden Einfluss der Art des Defibrinirens auf die Resultate von Blutanalysen. DU BOIS REYMOND's Archiv. 1893. S. 197.

[2]) Archiv. f. exp. Pathol. u. Pharmak. B. 35, S. 309; auch Grundriss einer klinischen Pathologie des Blutes. 2e Aufl. Jena 1896. S. 167.

[3]) Sitzungsberichte d. med. phys. Gesellsch. zu Würzburg. 25 Febr. 1895.

[4]) PFLÜGER's Archiv. B. 58. S. 428, 1894.

[5]) EBENDA B. 58. S. 511.

Vermögen besitzen, Quellung des Protoplasma zu veranlassen. Es schien mir nun nicht zu sehr gewagt, *die Hypothese zu stellen, dass durch das Freikommen von soviel Alkali*, von welchem wie gesagt, sogar ein Theil das Blutkörperchen verlässt und also dessen Protoplasmanetz [1]) passiren muss, *Quellung dieses Protoplasma herbeigeführt werden musste.*

Nun hat GRIJNS vor einiger Zeit eine Methode veröffentlicht [2]) um das Volum der Blutkörperchenschatten, d. h. also des protoplasmatischen Netzes zu bestimmen und es schien mir angewiesen dadurch meine Hypothese zu prüfen. Ich hatte nur Bestimmungen des Schattenvolums auszuführen vor und nach Hindurchleitung von CO_2.

Die Methode geht aus von folgender Betrachtung:

Wenn man Blut gefrieren und aufthauen lässt, so verlieren die Blutkörperchen den gefärbten Inhalt und das farblose Stroma bleibt zurück. GRIJNS fand nun dass das auf diese Weise erhaltene lackfarbene Blut dieselbe osmotische Spannkraft besitzt wie das entsprechende Serum und schloss daraus, dass weil der rothe Blutkörpercheninhalt doch wohl denselben osmotischen Druck besitzen muss wie das Serum, und die Schatten daran keinen Antheil haben können, die letzteren keine merkbaren Quantitäten Wasser oder Salz aus der Umgebung aufnehmen oder daran abgeben. Nun hatte ich früher gefunden [3]) dass wenn man Blut mit der gleichen Quantität Wasser verdünnt, die osmotische Spannkraft der also erhaltenen Flüssigkeit kleiner ist als die Hälfte der osmotischen Spannkraft des ursprünglichen Serums. GRIJNS erklärt das daraus, dass bei der Verdünnung des Blutes mit dem gleichen Volum Wasser das Stroma selbst kein Wasser aufnimmt und dadurch die eigentliche Flüssigkeit (rothe Inhalt der Blutkörperchen + Serum) mehr als zweimal verdünnt wird. Und Verfasser meint nun dass in der Herabsetzung der osmotischen Spannkraft sogar ein genaues Maass für das Volum der Blutkörperchenschatten gelegen sein muss. Er bestimmt daher die osmotische Spannkraft des mit dem gleichen Volum Wasser verdünnten Blutes und auch die osmotische Spannkraft des ursprünglichen Serums, und berechnet daraus des Schattenvolum.

Um die Zuverlässigkeit der Methode zu prüfen — was GRIJNS versäumt

---

[1]) Nach Allem, was bis jetzt von den rothen Blutkörperchen bekannt geworden ist, muss man wohl annehmen, dass dieselben bestehen aus einem protoplasmatischen Netz, in dessen feinen geschlossenen Maschen, sich der flüssige gefärbte Inhalt (Paraplasma) befindet.

[2]) Jaarverslag van het laboratorium voor pathologische Anatomie en Bacteriologie e Weltevreden over het jaar 1894, p. 78; PFLÜGER's Archiv B. 63. S. 112.

[3]) Centralbl. f. Physiol. 24 Februari 1894. Heft 24.

hat — habe ich Blut mit verschiedenen Quantitäten Wasser verdünnt und dann untersucht ob die Bestimmung des Schattenvolums das gleiche Resultat gab, was nach den Auffassungen von GRIJNS erwartet werden musste. Leider war das nicht der Fall.

Ein Paar Beispiele:

Normales Pferdeblut, nach Gefrieren und Aufthauen	$\triangle = -0.620$
10 cc. Blut + 10 cc. Wasser	$\triangle = -0.288$
10 cc. Blut + 15 cc. Wasser	$\triangle = -0.235$

Hieraus lässt sich berechnen, nach GRIJNS

für das Schattenvolum in 100 cc. Blut (aus 10 cc. Blut + 10 cc. Wasser) **13.3** cc. [1])
" " " " " " " (aus 10 cc. Blut + 15 cc. Wasser) **8.4** cc.

Dasselbe Blut, behandelt mit CO_2

Das CO_2-Blut, nach Gefrieren und Aufthauen	$\triangle = -0.735$
10 cc Blut + 10 cc. Wasser	$\triangle = -0.330$
10 cc. Blut + 15 cc. Wasser	$\triangle = -0.271$

Hieraus lässt sich berechnen nach GRIJNS

für das Schattenvolum in 100 cc. CO_2-Blut (aus 10 cc. Blut + 10 cc. Wasser) **18.5** cc.
" " " " " " " (aus 10 cc. Blut + 15 cc. Wasser) **15.8** cc.

Sowohl beim normalen wie beim CO_2-Blute, bekommt man verschiedene Werthe für das Schattenvolum, je nachdem man mit 100 oder mit 150 pCt. Wasser verdünnt. *Die Methode ist also nicht richtig.*

An einem anderen Orte werde ich zu erklären versuchen warum gerade jene Resultate erhalten wurden. Hier will ich nur bemerken dass der Methode zwei principielle Fehler anhaften.

1⁰ Darf man nicht mit GRIJNS annehmen, dass im Allgemeinen die Blutkörperchenschatten, selbst nach wiederholtem Gefrieren und Aufthauen vollkommen impermeabel sind für Wasser und andere Stoffe.

Zwar konnte ich für normales Pferdeblut seine Angabe bestätigen, dass dasselbe in lackfarbenem Zustande bis auf Hundertstel eines Grades dieselbe osmotische Spannkraft besitzt wie das entsprechende Serum[2]); für Schweinsblut aber (von GRIJNS nicht untersucht) trifft eine

---

[1]) Diese Zahl stimmt mit dem von GRIJNS gefundenen Werth volkommen überein. GRIJNS verdünnt Pferdeblut immer mit 100 pCt Wasser und findet, dass der Antheil der Schatten am ganzen Blutkörperchenvolum 0.33—0.35 beträgt. In meinem obigen Versuch betrug das Blutkörperchenvolum in 100 cc. Blut 36.3. Der Antheil, welchen nach meinem Versuchen die Schatten am ganzen Blutkörperchenvolum haben, ist also $\frac{13.3}{36.3} = \mathbf{0.36}$, ein Werth welche mit der GRIJNS'schen (0.33—0.35) gut übereinstimmt. *Wo wir also das Pferdeblut mit demselben Volum Wasser verdünnten, erhielten wir Beiden dasselbe Resultat.*

[2]) Ich fand stets die Gefrierpunktserniedrigung des lackfarbenenen Pferdeblutes 5 bis 9 Tausendstel eines Grads d. i. etwa 1—1.5 pCt. kleiner als die des Serums.

derartige Übereinstimmung jedoch nicht zu. Dabei fand ich wiederholte Male die Gefrierpunkterniedrigung des lackfarbenen Blutes 5—12 pCt. kleiner als die des entsprechenden Serums.

Aber auch das lackfarbene Pferdeblut folgt der von GRIJNS angegebenen Regel nicht mehr, wenn das Blut mit CO_2 behandelt war.

So fand ich für CO_2-Pferdeblut $\Delta = -0.^{0}670$.

und für das entsprechende Serum $\Delta = -0,^{0}725$.

2° Nimmt GRIJNS stillschweigend an, dass wenn man Serum oder ein Gemisch von flüssigem Blutkörpercheninhalt und Serum mit der gleichen Quantität Wasser verdünnt die Gefrierpunkterniedrigung zweimal kleiner wird. Das ist, wie ich früher gezeigt habe [1]), keineswegs der Fall. So stark nimmt die Gefrierpunktserniedrigung nicht ab. Wie ich damals hervorgehoben habe, rührt das daher, dass durch das Wasser eine Dissociation stattfindet, wobei eine neue Quantität freies Alkali entsteht; und freies Alkali besitzt eine grössere osmotische Spannkraft als gebundenes.

Es liegt nun auf der Hand, dass die Ursache, warum ich oben bei Verdünnung mit 100 und mit 150 pCt. Wasser verschiedene Resultate für das Schattenvolum erhielt, jedenfalls theilweise in einem verschiedenen Dissociationsgrad gelegen sein muss.

Da mir viel daran gelegen war, das Schattenvolum bestimmen zu können habe ich versucht, die Methode derweise abzuänderen dass dieselbe zu meinem Zweck brauchbar wurde. Um die Dissociation zu beschränken, habe ich dann die Versuche wiederholt mit schwächeren Verdünnungen des Blutes. Ich nahm jetzt Schweinsblut, weil Pferdeblut sich durch Gefrieren und Aufthauen so schwierig vollkommen lackfarben machen lässt.

Normales Schweinsblut (lackfarbenes)		$\Delta = -0.619$
(1) 20 cc. Blut + 2 cc. Wasser	lackfarben gemacht,	$\Delta = -0.528$
(2) 20 cc. Blut + 3 cc. Wasser	durch Gefrieren	$\Delta = -0.501$
(3) 20 cc. Blut + 4 cc. Wasser	und Aufthauen	$\Delta = -0.485$
CO_2 Blut (lackfarbenes)		$\Delta = -0.739$
(4) 20 cc. CO_2-Blut + 2 cc. Wasser	lackfarben gemacht,	$\Delta = -0.667$
(5) 20 cc. CO_2-Blut + 3 cc. Wasser	durch Gefrieren	$\Delta = -0.629$
(6) 20 cc. CO_2-Blut + 4 cc. Wasser	und Aufthauen	$\Delta = -0.582$

Schattenvolum in 100 cc. *normalem* Blut berechnet aus	(1)	**42** cc.
" " " " " " "	(2)	**36.4** cc.
" " " " " " "	(3)	**27.6** cc.
" " " CO_2-Blut " "	(4)	**7.3** cc.
" " " " " "	(5)	**14.2** cc.
" " " " " "	(6)	**25 9** cc.

[1]) Centralbl. f. Physiol. 24 Febr. 1894.

Auch bei schwachen Verdünnungen zeigte sich also die Methode nicht brauchbar. Verdünnung mit kleinen Quantitäten concentrirter Kochsalzlösung führte auch nicht zu einem günstigen Resultat. Die Schatten nahmen offenbar Na Cl auf.

Indessen brauchte ich diesen Misserfolg nicht lange zu bedauern, denn ein neues Experiment machte meine Hypothese, dass die durch CO_2 herbeigeführte Volumszunahme der Blutkörperchen durch Quellung des *Stroma* verursacht wurde, ganz hinfällig. Es stellte sich namentlich heraus, dass bei Hinzufügung von freiem Alkali zum Blute, die Blutkörperchen nicht, wie meine Hypothese erforderen würde, quollen, sondern in Volum abnahmen.

Es blieb nun wohl nicht Anderes übrig, als die Ursache der Quellung, welche offenbar nicht im Protoplasma der Blutkörperchen gelegen sein konnte — denn sonst hätte Hinzufügung von Alkali Quellung [1]) verursachen müssen — zu suchen *in den flüssigen Theil der Blutkörperchen*, m. a. w. in den gefärbten Inhalt, welche in den Maschen des Protoplasmanetzes eingeschlossen gedacht werden muss.

Es ist also die rothe Flüssigkeit, welche Wasser aus dem Serum aufnimmt und insoweit ich sehen kann, ist das nur dadurch möglich dass ihre osmotische Spannkraft zeitweise über die des Serums hinaussteigt. Man kann sich nun weiter zwei Fälle denken: 1⁰ durch die Einwirkung von CO_2 auf das Blut steigt nur die osmotische Spannkraft des Blutkörpercheninhalts, während die des Serums unverändert bleibt; 2⁰ der osmotische Druck von Beiden steigt; aber die Steigerung der osmotischen Spannkraft des Blutkörpercheninhalts übertrifft die des Serums.

Gefrierpunktsbestimmungen haben mir gelehrt, dass nach Hindurchleitung von CO_2, die osmotische Spannkraft des Serums steigt.

Es handelt sich also wesentlich um den zweiten Fall. Und dass wirklich die rothen Blutkörperchen mehr in wasseranziehender Kraft steigen müssen als das Serum, geht hervor aus der Thatsache, dass wie jüngst noch LEHMANN und früher schon ZUNTZ gezeigt hat, bei Hindurchleitung von CO_2 durch Blut, die Blutkörperchen *viel mehr* CO_2 aufnehmen als das Serum. Mit Hülfe der von LOEWY und ZUNTZ gefundenen Thatsachen lässt sich Letzteres dadurch

---

[1]) Bei Hinzufügung grösserer Quantitäten Alkali, zB. von 5 cc. normal oder $^1/_2$ normal KO H auf 100 cc. Blut, kann man keine Volumsabnahme mehr constatiren, sondern ist das Volum zugenommen. Die rothen und die weissen Blutkörperchen sind dann aber durchscheinend und gallertig geworden. Offenbar ist dann das Stroma angegriffen.

erklären dass die Blutkörperchen eine weit grössere Menge nicht diffusibeles und durch CO_2 frei zu machendes Alkali enthalten als das Serum. Ich selbst habe mich, mittels einer neuen Methode für die quantitative Bestimmung des diffusibelen Alkali, davon überzeugt, dass bei der Einwirkung von CO_2 auf Blut, in den Blutkörperchen viel mehr diffusibeles Alkali frei wird als im Serum.

Mit diesen Betrachtungen vollkommen in Einklang steht die Thatsache dass ausser CO_2 auch andere Säuren eine Quellung, und Alkali eine Schrumpfung herbeiführt.

Die Experimente haben mir namentlich gezeigt, dass wenn man zu dem Blute Salzsäure hinzufügt, der grösste Theil in die Blutkörperchen hineindringt, während bei Hinzufügung von Alkali gerade das Entgegengesetzte der Fall ist. Bei Weitem der grösste Theil des zu dem Blute hinzugesetzten Alkali bleibt im Serum zurück.

Was das zum genannten Zwecke angewandte Versuchsverfahren betrifft, sei hier nur Folgendes erwähnt.

Es wurden drei Portionen Pferdeblut von 300 cc. genommen; bei Portion *a* wurde 15 cc. Wasser hinzugefügt, bei Portion *b* 15 cc. $^1/_5$ normal HCl und bei Portion *c*, 15 cc. $^1/_5$ normal KOH. Dann wurden dieselben sich selbst überlassen bis ein klares Serum sich abgeschieden hatte. Von den drei also erhaltenen Serumsorten bestimmte ich den Alkaligehalt.

Die Alkalibestimmungen geschahen nach zwei Methoden: 1°. nach der Methode von LOEWY[1]); nach dieser Methode wird das Serum titrirt mittels $^1/_{25}$ normal Weinsäure, und Lakmoidpapier als Indicater. Auf diese Weise wird alles Alkali bestimmt, welches durch Weinsäure abgespaltet werden kann: also das in schwer diffusibelem Zustande verkehrende, an enweissartigen Körpern gebundene und das leicht diffusibele, als Carbonate und Phosphate vorhandene Alkali.

Mittels der zweiten von mir selbst ausgedachten Methode wird bloss das leicht diffusibele Alkali dosirt. Dieselbe beruht auf dem Prinzip, dass die schwer diffusibelen Alkaliverbindungen durch Alkohol niedergeschlagen werden, was mit den leicht diffusibelen nicht der Fall ist. Die letzteren befinden sich dann im Filtrat und können mittels Weinsäure und Lakmoïdpapier austitrirt werden. Näheres über die Begründung und die Kritik der Methode an einem anderen Orte. Hier ein Paar Resultate.

---

[1]) PFLÜGER's Archiv B. 58, 1894.

100 cc. Serum des	leicht + schwer diffusibeles Alkali, ausgedrückt in cc. $^1/_{25}$ norm. Weinsäure. (Methode Loewy).	leicht diffusibeles Alkali, ausgedrückt in cc. $^1/_{25}$ norm. Weinsäure. (Eigene Methode).
mit $5^0/_0$ H_2O versetzten Blutes enthalten	93.5 cc.	26.88 cc.
mit $5^0/_0$ $^1/_5$ norm. HCl 〃 〃 〃	86.5 〃	24.36 〃
mit $5^0/_0$ $^1/_5$ norm KOH 〃 〃 〃	116 〃	31.92 〃

Betrachtet man die erste Spalte, so stellt sich heraus dass durch Vermischung des Blutes mit HCl, der Alkaligehalt des Serums nur mit 93.5—86.5 = 7 cc. $^1/_{25}$ normal abgenommen ist; während durch Vermischung des Blutes mit der aequivalenten Quantität KOH der Alkaligehalt des Serums mit 116—93.5 = 22.5 cc. $^1/_{25}$ normal zugenommen ist. Bedenkt man nun, dass zu 100 Blut nur 5 cc. $^1/_5$ normal HCl, bezw. KOH = 25 cc. $^1/_{25}$ normal Flüssigkeit hinzugefügt wurden [1]), *so folgt aus den Versuchsresultaten, dass vom* HCl, *die Blutkörperchen und vom* KOH, *das Serum den Haupttheil aufnimmt.* Die zweite Spalte zeigt betreffs des diffusibelen Alkali ein ähnliches Resultat.

Schliesslich will ich noch zwei Erscheinungen berühren, welche mit der An- und Abschwellung der Blutkörperchen in directem Zusammenhang stehen und darin eine Erklärung finden

1°. beobachtete ich, dass wenn man Blut versetzt mit HCl oder H_2SO_4 der Eiweiss-Gehalt des Serums zunimmt; versetzt man dahingegen des Blut mit KOH, so nimmt der Eiweissgehalt des Serums ab.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die durch Säuren verursachte Steigerung des Eiweissgehalts wenigstens grösstentheils daran zugeschrieben werden muss, dass das Serum Wasser an die Blutkörperchen abgiebt, während umgekehrt die durch Alkali herbeigeführte

[1]) Wenn man Blut oder Serum versetzt mit einer bekannten Quantität Alkali, so findet man, wie LOEWY hervorgehoben hat (PFLÜGER's Archiv B. 58, 1894), und wie ich bestätigen konnte, mittels seiner Titrationsmethode alles hinzugefügte Alkali zurück. Dies kann nicht der Fall sein bei Anwendung *meines* Versuchsverfahrens; denn von dem hinzugesetzten Alkali geht ein Theil in schwer diffusibeles und der andere Theil in leicht diffusibeles hinüber; und nur Letzteres wird durch meine Methode dosirt. Dass ich nicht (DU BOIS-REYMOND's Archiv 1892), LOEWY aber wohl das zu dem Blute hinzugesetzte Alkali ganz zurückfand, rührt also daher, dass wir zwei verschiedene Methoden benutzten. Ich mache diese Bemerkung nur um vorläufig den scheinbaren Widerspruch zwischen unseren Versuchsresultaten, wofür LOEWY sich offenbar sehr interessirte, zu erklären. Bei einer anderen Gelegenheit komme ich hierauf zurück.

Abnahme des Eiweissgehalts jedenfalls für einen grossen Theil auf Rechnung einer der Abschwellung der Blutkörperchen entsprechenden Verdünnung des Serums gebracht werden muss. In wie weit auch ein eigentlicher *Uebergang* von Eiweissstoffen aus den Blutkörperchen in das Serum oder umgekehrt eine Rolle spielt, werden genaue quantitative Untersuchungen entscheiden müssen. Es handelt sich hier um eine ähnliche Frage wie bei der CO_2 [1]).

2⁰. Hat sich früher als eine frappante Erscheinung herausgestellt [2]), dass nach Vermischung des Blutes mit Spuren einer Säure, die Kochsalzlösung in welcher die Blutkörperchen Farbstoff abzugeben anfangen ein wenig mehr concentrirt ist als die in welcher die ursprünglichen Blutkörperchen Farbstoff abzugeben anfangen. So zeigte sich zB. (l. c. S. 516) dass wenn man 180 cc. Blut versetzt mit 10 cc. $^1/_{10}$ norm. HCl, die Blutkörperchen Farbstoff zu verlieren anfingen in einer 0.68 procentigen Na Cl-Lösung; während die normalen oder mit Wasser behandelten Blutkörperchen darin unversehrt blieben, aber Farbstoff abzugeben anfingen in einer 0.66 procentigen Na Cl-Lösung.

Die Erklärung ist jetzt nicht schwer zu geben. Durch Hinzufügung der Säure ist der Gehalt der Blutkörperchen an wasseranziehenden Stoffen gestiegen sodass die Na Cl-Lösung, in welcher die Blutkörperchen früher in osmotischem Gleich gewicht verkehrten, jetzt eine Quellung verursacht. Auf demselben Grund wird auch die NaCl Lösung von 0.67 pCt, in welcher die normalen Blutkörperchen, obwohl gequollen, noch gerade ihren Farbstoff behielten, in den HCl-Blutkörperchen eine so grosse Quellung herbeiführen, dass die letzteren ihren Farbstoff verlieren. Um dies vorzubrengen wird man dieselben in eine concentrirtere NaCl-Lösung, hier in eine 0.69 pCt.-ige zu bringen haben.

Weil Alkali statt einer Vermehrung, eine Verminderung von wasseranziehenden Stoffen in den Blutkörperchen herbeiführt, wird hier auch das Umgekehrte beobachtet werden müssen und in der That sieht man auch, dass die Blutkörperchen von 180 cc. Blut + 10 cc. $^1/_{10}$ norm. KOH, Farbstoffaustritt zeigen in einer 0.53 pCt.-igen Lösung, während bei den normalen oder den mit Wasser behandelten Blutkörperchen der Haemoglobinaustritt stattfindet in einer 0.58 pCt.-igen (l. c.).

---

[1]) Diese Sitzungsber. November 1896 S. 215.
Vergl. hierzu auch VON LIMBECK und GÜRBER l. c.

[2]) Over den invloed van alkali en zuur op gedefibrineerd bloed. Versl. d. Koninkl. Akad. v. Wetensch. Über den Einfluss von Alkali und Säure auf defibrinirtes Blut. DU BOIS-REYMOND's Archiv, 1892. S. 513.

Zusammenfassung.

Durch die obenerwähnten Untersuchungen ist in der Hauptsache Folgendes nachgewiesen:

1. Wenn man Blut mit HCl oder $H_2 SO_4$ versetzt, so findet eine Anschwellung der rothen Blutkörperchen statt. Sogar Hinzufügung von nur 0.0044 pCt. HCl bringt noch eine deutlich nachweisbare Quellung hervor.
Diese Salzsäuremenge entspricht nur 1.3 Volumprocent CO_2; während der Unterschied im Kohlensäuregehalt von natürlichem venösem und arteriellem Blut noch 4—5 Volumprocent beträgt.

2. Aus „1" folgt, dass die durch CO_2 verursachte Volumvermehrung der rothen Blutkörperchen nicht auf eine specifische Wirkung dieses Gases beruhen kann, sondern dass es sich dabei handelt um einen besonderen Fall von der Wirkung von Säuren im Allgemeinen.

3. Im Gegensatz zu Säuren veranlasst Alkali Abnahme des Blutkörperchenvolums. Auch für Alkali ist die Empfindlichkeit der rothen Blutkörperchen sehr bedeutend. Hinzufügung von 0.0067 pCt. KO H bringt noch eine deutlich nachweisbare Volumsabnahme hervor.

4. Was für die rothen Blutkörperchen beobachtet wird, mittels volumetrischer Bestimmungen, zeigt sich auch bei den weissen bei mikroskopischen Messungen: Zunahme des Volums (Diameters) unter dem Einflus von Säuren, Abnahme unter dem Einfluss von Alkali.

5. Die durch Säuren verursachte Quellung rührt daher, dass die Blutkörperchen mehr Säure aufnehmen als das Serum. In Folge dessen entsteht eine Störung im osmotischen Gleichgewicht, welche dadurch ausgeglichen wird dass die Blutkörperchen Wasser aus dem Serum aufnehmen.
Die durch Alkali bewirkte Schrumpfung der Blutkörperchen wird dadurch veranlasst, dass von dieser Substanz das *Serum* viel mehr aufnimmt als die Blutkörperchen. Durch Hinzufügung von Alkali zu Blut steigt also die osmotische Spannkraft des Serums mehr als die der Blutkörperchen. Daher wieder eine Störung im osmotischen Gleichgewicht, welche zur Folge hat, dass das Serum den Blutkörperchen Wasser entzieht.

6. Der Einfluss von Säure und Alkali auf den Farbstoffaustritt aus den rothen Blutkörperchen wird durch die Quellung und Schrumpfung, oder besser gesagt, durch die Vermehrung, resp. Verminderung der wasseranziehenden Kraft der Körperchen volkommen erklärt.

Aardkunde. — De Heer Verbeek biedt aan, namens het Ministerie van Koloniën, één exemplaar in het Nederlandsch en één in het Fransch van het werk, getiteld: „Geologische Beschrijving van Java en Madoera," door Dr. R. D. M. Verbeek en R. Fennema in 2 deelen met atlas, en geeft naar aanleiding daarvan een *„Overzicht der op Java voorkomende formatie's."*

Op het eiland Java zelf komen geen oudere gesteenten dan *cretaceïsche* voor, op de nabijgelegen Karimoendjawa-eilanden echter kwartsieten en kleischiefers, die, even als de gesteenten van Bangka en Billiton, waarschijnlijk *palaeozoïsch* zijn. Verder vindt men op Java *oud-tertiaire* lagen met nummulieten, orbitoïden met rechthoekige mediaankamers, en alveolinen; de *jong-tertiaire* lagen, die de groote dikte van 6000 meter bezitten, zijn van de oud-tertiaire gescheiden door het ontbreken van nummulieten en het optreden van orbitoïden met spatelvormige mediaankamers. De lagen, die naar hunne ligging, in drie étage's of afdeelingen kunnen gescheiden worden, bevatten bijna alle gruis van oud-mioceene eruptiefgesteenten, namelijk andesieten en bazalten.

Onder de eruptiefgesteenten vindt men in de krijtformatie *diabaas*, *gabbro* en *kwartsporfieriet*, in de oud-tertiaire formatie eveneens gesteenten die nog een oud karakter dragen en volkomen overeenkomen met *diabazen* en *diorieten* uit veel oudere lagen in Europa. De mioceene eruptiefgesteenten daarentegen hebben een jonger uiterlijk en behooren tot *andesieten* en *bazalten*.

De *vulkanen*, 121 in aantal, wanneer men de vulkanische eilanden in Straat Soenda mederekent, ontstonden reeds in den jong-tertiairen tijd, maar werden hoofdzakelijk door uitwerping van stoffen rondom een centrum, den krater, in de kwartaire periode opgebouwd. Sommige zijn in de tegenwoordige periode nog werkzaam, van 14 dier vulkanen zijn in historischen tijd uitbarstingen bekend. Vijf der vulkanische kegelbergen bestaan uit leuciet- en nepheliengesteenten; al de overige uit andesiet en bazalt, benevens zeer ondergeschikt obsidiaan en puimsteen.

De *kwartaire sedimenten* bestaan bijna geheel uit vulkanisch gruis, meestal in horizontale lagen, gedeeltelijk als zoetwatervormingen, gedeeltelijk als marine afzettingen.

De *alluviale* of *novaire vormingen* ten slotte, bestaan uit de jongste aanslibbingen der rivieren en der zee, zand en klei, verder koraalkalk, vulkanische uitwerpselen, en enkele andere.

De Heer Verbeek vertoont hierbij eene geologische overzichtskaart van Java, behoorende bij het pas verschenen werk „Geologi-

sche Beschrijving van Java en Madoera, door VERBEEK en FENNEMA".

Ten slotte geeft de heer VERBEEK een kort overzicht van de nuttige mineralen van Java.

De *ertsen* zijn van weinig beteekenis; ook van de *steenkolen*, die in de eocene formatie van Zuid-Bantam optreden, is, hoofdzakelijk door de zeer ongunstige ligging, niet veel te verwachten. Van groot belang is echter de *petroleum*, die op Java uit jong-tertiaire lagen te voorschijn treedt, en haar oorsprong waarschijnlijk in hoofdzaak aan de sarcode-massa van zeer kleine, maar in onnoemelijk aantal voorhandene foraminiferen verschuldigd is.

Ook Sumatra en Borneo schijnen rijk aan petroleum te zijn.

De Heer MARTIN richt tot den Spreker een paar vragen, die door hem beantwoord worden.

De Voorzitter dankt den Spreker en wenscht hem geluk met de voltooiing van zijn gewichtigen arbeid.

Natuurkunde. — De Heer VAN DER WAALS doet eene mededeeling over: „*Byzonderheden in den loop der smeltkromme*".

De vergelijking (5), voorkomende in mijne mededeeling der vorige vergadering, nl.:

$$\Delta_{21}\, Vdp = W_{21}\frac{d\tau}{\tau} + (x_2 - x_1)\left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x_1^2}\right)_{p\tau} dx_1$$

welke geldt telkens als twee phasen van een mengsel, uit twee stoffen bestaande, onder gegeven druk en bij gegeven temperatuur coëxisteeren, stelt ons in staat eigenschappen der smeltkromme vast te stellen.

Denken wij als voorbeeld een vast hydraat, in tegenwoordigheid van een oplossing bij τ en p. De samenstelling van het vaste hydraat zij onveranderlijk, en gegeven door x mol. zout op $1-x_s$ mol. water; de samenstelling van de vloeistof door x_1 mol. zout op $1-x_1$ mol. water. Of in de oplossing het zout al of niet gedissocieerd is, heeft in bovenstaande vergelijking geen anderen invloed dan dat de grootheid $\left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x_1^2}\right)_{p\tau}$ — een essentiëel positieve grootheid — een andere waarde verkrijgt. Hetzelfde geldt voor het al of niet geassocieerd zijn van het oplosmiddel. Den mogelijken invloed van een derde omstandigheid, nl. of in de oplossing complexe molekulen, uit water en zout bestaande, voorkomen, bespreek ik later.

Stellen wij $dp = 0$, dan vinden wij:

$$\frac{W_{21}}{r}\left(\frac{d\tau}{dx_1}\right)_p = -(x_s - x_1)\left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x_1^2}\right)_{p\tau} \quad . \; . \; . \; (a)$$

Zoolang dus W_{21} en $x_s - x_1$ tegengesteld teeken hebben neemt het smeltpunt van het hydraat met toeneming van het zoutgehalte der oplossing toe, en omgekeerd. Daar W_{21} warmte voorstelt, die vrij komt bij overgang van het vaste lichaam in de vloeistof (zie vorige mededeeling pag. 349) en die in den regel negatief is, zal dus bij toenemend zoutgehalte der vloeistof de smelttemperatuur toenemen tot hydraat en oplossing dezelfde samenstelling hebben, en daarna afnemen. In elk geval dus, hetzij het toppunt der τ-lijn als functie van x het karakter van een maximum vertoone, of een plotselinge richtingsverandering bezitte, de hoogste waarde van τ vinden wij als vast lichaam en vloeistof gelijk samengesteld zijn.

Die temperatuur is de eigenlijke smelttemperatuur. Boven die temperatuur zou het vaste lichaam bij dien druk alleen nog vast kunnen zijn, tengevolge van vertragingsverschijnselen, die echter in dit geval niet bekend zijn, en waarschijnlijk niet bestaan.

Wij kunnen dus à priori de eigenlijke smelttemperatuur als de hoogste beschouwen, waarbij een vast lichaam bestaan kan. Bevindt zulk een vast lichaam zich bij lagere temperatuur in een oplossing, die hetzij armer, hetzij rijker is aan een der bestanddeelen, dan zal wel door de aantrekkende werking van de verdunde oplossing op het zout, of van de meer geconcentreerde oplossing op het water het smelten (beter gezegd het oplossen) kunnen bevorderd worden, en dus ook van een lager vriespunt kunnen gesproken worden. Maar te denken, dat wij het vaste lichaam door een oplossing zouden kunnen omgeven, die het beletten zou bij de smelttemperatuur tot vloeistof over te gaan, schijnt ongerijmd. In elk geval echter, hetzij men door het denkbeeld dat men zich van *smelten* gevormd heeft, bovenstaande redeneering meent te kunnen volgen of te moeten verwerpen — uit vergelijking (a) volgt de conclusie onmiddellijk.

Ter beslissing van de vraag of $\left(\frac{d\tau}{dx_1}\right)_p = 0$ is, en of dus τ voor $x_1 = x_s$ een maximum-waarde bezit, of dat de smeltlijn voor die waarde van x een knik zal vertoonen, hebben wij de waarde van $\left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x_1^2}\right)_{p\tau}$ na te gaan. Van deze grootheid, gelijk aan $\left\{ \frac{\partial^2 \psi}{\partial x_1^2}_{v\tau} - \right.$

$- \left\{ \frac{\left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial x \partial V}\right)^2}{\frac{\partial^2 \psi}{\partial V_\tau^2}} \right\}$ heb ik in mijne mededeeling der vorige vergadering opgemerkt, dat zij voor $x = 0$ en $x = 1$ gelijk aan oneindig groot wordt. Voor alle andere waarden van x is zij (Arch. Neerl. T. XXIV) niet oneindig. Bijgevolg zal voor alle waarden van x_s, die van 0 of 1 verschillen, de smeltlijn bij het eigenlijke smeltpunt een maximum-waarde bezitten, en dus daar ter plaatse afgerond moeten zijn. Voor $x_s = 0$ en $x_s = 1$ heeft dus $\left(\frac{dT}{dx_1}\right)_p$ een van 0 verschillende waarde. Hoe groot deze zal zijn, is als de molekuulgroepeering in de vloeistof bekend is, (zie mijn vorige mededeeling) onmiddellijk te berekenen.

Nemen wij het bijzonder geval van een kristalwater bevattend zout, dan zal dus de smeltlijn voor die stof afgerond zijn bij dien concentratiegraad, waarbij vast lichaam en vloeistof gelijk samengesteld zijn, als wij nl. recht hebben de vloeistof als een mengsel te beschouwen van water en anhydrisch zout. Mocht de vloeistof alleen bevatten complexe molekulen van de samenstelling van het hydraat, en zou dus de bijvoeging van eenig water als bijvoeging van een aan de vloeistof vreemde stof moeten beschouwd worden, dan moet integendeel de smeltlijn een knik vertoonen. Maar dan is weer $x = 0$ of $x = 1$ te beschouwen. Reeds Gibbs heeft dit opgemerkt, zie hierover Equilibrium of heterogeneous substances pag. 194. Daar ter plaatse maakt Gibbs het onderscheid tusschen zulke bijvoegingen die èn positief èn negatief kunnen zijn en andere die alleen positief kunnen zijn.

Het beweren van het bestaan der afronding der smeltlijn, of omgekeerd van het aanwezig zijn van een knik in de smeltlijn, is dus van beteekenis voor de molekulair-groepeering in de vloeistof. In het laatste geval nl. zouden wij er onmiddellijk toe moeten besluiten dat de vloeistof bestond uit alleen complexe molekulen van dezelfde samenstelling als het hydraat — een onderstelling, die al meer en meer onwaarschijnlijk wordt. De tegenovergestelde onderstelling, dat in de vloeistof dergelijke complexe molekulen geheel ontbreken is m. i. veel waarschijnlijker — maar behoeft niet vervuld te zijn om de smeltkromme het karakter van maximum te doen behouden.

De reden, dat ik voor deze beschouwingen, die ik reeds eenige jaren geleden in de Akademie heb ontwikkeld (over de grenzen van het gebied van den vasten toestand, Versl. en Med. Derde Reeks, Tweede Deel, 2e Stuk, pag. 240) een plaats heb gevraagd in het ver-

slag dezer vergadering, is te vinden in het feit, dat meermalen afwijkende meeningen geuit worden. In het bijzonder is dit het geval in het stuk van LE CHATELIER: „Ueber einige Eigentümlichkeiten der Löslichkeitskurven", Zeitschrift Phys. Chem Band XXI, 4. Heft.

Scheikunde. — De Heer FRANCHIMONT biedt, namens Dr. P. VAN ROMBURGH te Buitenzorg, voor het verslag der vergadering een opstel aan, getiteld: *„Over de inwerking van rookend salpeterzuur op methylaethylaniline en van chroomzuuranhydride op* 2.4 *dinitromethylaethylaniline"*.

Zooals ik vroeger voor talrijke gevallen aantoonde, werkt rookend salpeterzuur op de gealkyleerde aromatische aminen zoodanig in, dat er, behalve substitutie van waterstofatomen in den benzolkern, ook substitutie van één der aan de stikstof gebonden alkylen door de nitrogroep plaats vindt.

De tot nu toe onderzochte aminen bevatten aan de stikstof tweemaal dezelfde alkylrest. Ten einde na te gaan welke het verloop der reactie zou zijn indien deze alkylresten verschilden, heb ik het methylaethylaniline in den kring mijner onderzoekingen getrokken. In verband met de bij de inwerking van salpeterzuur op het benzolsulfondi-aethylamide verkregen resultaten, waaruit bleek dat één der aethylgroepen gesubstitueerd werd door de nitrogroep, terwijl bij de dimethylverbinding de reactie in een anderen zin, maar zonder substitutie van methyl verliep, is de veronderstelling niet te gewaagd, dat ook bij de reactie, die het onderwerp dezer kleine mededeeling is, de aethylgroep zal uittreden. Behandelt men methylaethylaniline in zwavelzure oplossing met rookend salpeterzuur, dan treedt onder ontwikkeling van roode dampen een heftige reactie in en men verkrijgt na bekoeling der gele vloeistof lichtgele kristallen. Het smeltpunt van het ruwe product was 120° en dit steeg na een paar omkristallisaties tot 127°, zoodat het gevormde lichaam het trinitrophenylmethylnitramine is, waarvan het alle eigenschappen bezit.

Zooals op grond van het boven aangehaalde verwacht werd, is dus de aethylgroep door de nitrogroep vervangen, terwijl de methylgroep intact is gebleven.

Het iets lager smeltpunt van het ruwe product, zou er op kunnen wijzen, dat ook sporen van trinitrophenylaethylnitramine smpt 96° ontstaan zijn. Deze stof kon echter in de moederloogen niet aangetoond worden.

Er blijft nu nog de vraag te beantwoorden hoe de reactie zal verloopen indien beide verschillende resten meerdere C-atomen bevatten. Proeven om dit uit te maken zijn reeds in gang.

In 1889 [1]) deelde ik mede, dat het, door inwerking van chroomzuuranhydride in azijnzure oplossing op 1.2 dinitrodialkylanilinen gelukt een der alkylgroepen te substitueeren door waterstof. De door mij toen gegeven verklaring dier op het eerste gezicht eenigszins eigenaardige reactie, maakt het waarschijnlijk, dat bij de inwerking van het chroomzuur op een dinitroaniline waarin de waterstofatomen der aminogroep door methyl en aethyl gesubstitueerd zijn de aethylgroep weg geoxydeerd zal worden. Zooals men uit het volgende ziet is dit werkelijk het geval.

2.4 dinitromethylaethylaniline werd bereid door inwerking van verdund salpeterzuur op methylaethylaniline. Het vormt fraaie oranjegele kristallen die bij 59° smelten. Door snelle afkoeling eener methyl- of aethylalcoholische oplossing verkrijgt men het in fijne gele naalden die echter na korten tijd weer oranje worden. Door koken met verdunde kali geeft het methylaethylamine [3]) benevens het bij 114° smeltende 2.5 dinitrophenol. Laat men er chroomzuuranhydride in azijnzure oplossing bij kookhitte op inwerken, dan verkrijgt men nadat de vrij heftige inwerking — waarbij de reuk naar aldehyde optreedt — voorbij is, door toevoeging van water een lichtgele kristallijne stof, die bij 178° smelt en het 2.4 dinitromethylaniline bleek te zijn. Inwerking van sterk salpeterzuur daarop, gaf het bij 127° smeltend trinitrophenylmethylnitramine, als een bewijs, dat de groep methyl nog in het molecuul aanwezig was.

In $C_6H_3 \overset{2.4}{(NO_2)_2} \overset{1}{N}\begin{smallmatrix}\diagup CH_3 \\ \diagdown C_2H_5\end{smallmatrix}$ is dus de groep C_2H_5 weggeoxydeerd en gesubstitueerd onder vorming van: $C_6H_3 \overset{2.4}{(NO_2)_2} N\begin{smallmatrix}\diagup CH_3 \\ \diagdown H\end{smallmatrix}$ en aldehyde.

Behandelt men het 2.4 dinitromethylaethylaniline met rookend salpeterzuur bij kookhitte, dan ontstaat, onder ontwikkeling van roode dampen, het trinitrophenylmethylnitramine. Ook nu is — wat trouwens te verwachten was — de groep C_2H_5 door NO_2 vervangen.

---

[1] Rec. d. Trav. T. I. p. 248.

[2]) Ook door inwerking van rookend salpeterzuur in de koude op een oplossing van methylaethylaniline in sterk zwavelzuur ontstaat het, maar is dan verontreinigd met een ander product.

[3]) Dit amine reageert gemakkelijk met broomdinitrobenzol en met picrylchloride. Met het laatste ontstaat een in twee modificaties — oranje en geel — optredend lichaam. Opmerkelijk is het dat er onder deze 2.4 nitroderivaten van het aniline zoovele zijn die zoowel gele als oranje of roode kristallen vormen. Ik kom op deze eigenaardigheid nader terug.

Aardmagnetisme. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt namens Dr. W. VAN BEMMELEN te Utrecht, eene mededeeling aan, getiteld: „*Werte der erdmagnetischen Deklination für die Periode* 1500—1700, *und ihrer Säcular-Variation für die Periode* 1500—1850".

Die Sammlung älterer Deklinations-Beobachtungen (1892 angefangen), welche verwendet worden sind zur Construction: 1^0. neuer Isogonen-Karten für die Periode 1540—1680 (Versl. der Verg. 28 April '93), 2^0. einer Übersichtskarte der Säcular-Variation (28 Sept. '95), 3^0. der Liniën gleicher Säcular-Variation (30 Nov. '95), ist seitdem dermassen bereichert worden, dass es sich lohnte eine neue Bearbeitung auszuführen.

Die wichtigsten neu herangezogenen Seriën sind die Beobachtungen: von COLUMBUS; von JOÃO DE CASTRO, 1540 Lissabon-Goa; der Engländer auf ihren ersten Reisen nach Indiën, den Mss. der India-Office in London entnommen; von Q u e i r o s, 1610 und der N a s s a u - F l o t t e, 1624 auf dem Pacific; von JAMES und LUKE FOXE, 1631 in der Hudsonbai; von VRIES, 1643 nach Sachalien; auf zahlreichen Holländischen Schiffen im Atlantischen und Indischen Ocean (HOUTMAN 1595 bis ± 1730); von COWLEY, 1683 im Pacific; von DAMPIER, 1700 nach Australiën; von HALLEY, 1698—1700 im Atlantischen Ocean; von CUNNINGHAM, 1700 nach China; von FEUILLÉE, 1708 nach Peru; von PIERRE MOIRIE [1]), 1708—11 und ROGGEVEEN, 1722 im Pacific; von VAN VERDEN, 1718—20 im Kaspischen Meere; von BOUVET, 1738—39 im Süd-Atlantischen Ocean; von BEHRING, 1728 im Nord-Pacific.

Fast alle Beobachtungen sind nach der gleichen Methode (cf. Versl. der Verg. 28 April '93), mit Rücksicht auf den Einfluss der Meeresströmungen auf die Ortsbestimmung, reduciert.

Die Methode zur Construction der Isogonen-Karten habe ich gänzlich geändert, wie sich aus der hier folgenden Auseinandersetzung schliessen lässt.

Die zwei groszen Schwierigkeiten: erstlich, dass den Beobachtungen eine zuweilen grosze Ungenauigkeit anklebt, zweitens, dass sie, mittelst eines meist unbekannten Wertes der Säcular-Variation, auf die Epoche der Karte reduciert werden müssen, waren soviel wie möglich zu beseitigen.

Ich habe nun diejenigen Beobachtungen zusammen genommen, und auf einer Karte eingetragen, welche innerhalb einer Zeit von

---

[1]) Diese Reise bearbeitet jetzt Dr. DAHLGREN in Stockholm. Er hatte die grosze Güte mir die noch nicht publizierten Beobachtungs-Zahlen zur Verfügung zu stellen.

10 Jahren angestellt worden waren, und die Isogonen fast nur in jenen Gegenden, für welche Beobachtungen vorlagen, gezogen. Also Extrapolation möglichst vermieden.

Diese Methode gestattete partielle Isogonenkarten zu construieren für die 18 Epochen: 1492; 1540; 1574; 1590; 1600; 1610; 1620; 1630; 1640; 1660; 1670; 1680; 1700; 1710; 1720; 1725; 1730; 1740.

Hieran reihen sich dann: die HANSTEEN'schen Karten für 1756; 1770; 1787; 1800; die Karte für 3183 von BARLOW; 1840—45 von SABINE, 1858 der Englischen Admiralität, 1885 von NEUMAYER.

Diesen 26 Karten habe ich nach Augenschätzung (bis zu halben Graden) die Werte der Deklination für die Schnittpunkte der Parallelen und Merideane entnommen und die ± 500 Curven der Säkular-Variation in diesen Schnittpunkten construiert. Die Übersichtskarte war der früher publicierten (Versl. der Verg. 28 Sept. '95) ähnlich.

Die Coördinate dieser Curven der Säcular-Variation waren : Ordinat = Deklination, 1 mm = 1°; Abscis = Zeit, 1 mm = 10 Jahre.

Mittelst gegenseitiger Analogiën zwischen den Curven, plausibeler Extrapolation, etc. wurden alle Curven bis zur Epoche 1600 gezogen, viele bis 1550, einige bis 1500.

Dieses Verfahren gestattete also, die in verschiedenen Zeiten in derselben Gegend angestellten Beobachtungen mit einander in Einklang zu bringen.

Diesen Curven wurden jetzt wieder die Deklinations-Werte (bis zu halben Graden) für die Epochen 1500; 1550; 1600; 1650 und 1700 entnommen, und für jede dieser Epochen ein neues System von Curven construiert. Für diese neuen Liniën wurden die Parallelen als Abscissen-Achsen benützt und die Deklinations-Werte für die Schnittpunkte mit den Merideanen in jenen Schnittpunkten (also in den geographischen Längen 0°; 10°; 20°; 30°; etc.) als Ordinate angebracht. Die Liniën wurden dann möglichst glatt gezogen.

Dieses Verfahren gestattete wieder die Ergänzungen der Curven der Übersichtskarte zu controlieren und nötigenfalls zu verbessern.

Mittelst fortgesetzster Vergleichung beider Systeme von Liniën wurde Üebereinstimmung und die möglichst plausible Form bekommen.

Ich will diese zwei Curven-Gattungen, die Säcular-Curven und die Parallel-Curven nennen.

Mittelst der Parallel-Curven wurde dann für jede Parallele die geographische Länge der Punkte bestimmt, in welchen der Wert der Deklination 0°; 15°; 10°; 15°; etc. war.

Jetzt kam die erste Anlage für die Isogonen-Karten.

Auf jeder Parallele wurden in den obengefundenen Längen die Werte 0°; 5°; 10°; 15°; etc. eingeschrieben und die correspondierenden Isogonen gezogen. Während dabei einerseits versucht wurde eine plausible Form für die Liniën zu bekommen, wurde jede Abänderung sofort an den Säcular- und Parallel-Curven controliert, und wurden, falls sie durchgeführt wurde, auch diese Curven wieder geändert.

Es war keine Gefahr da, dass bei diesen fortgesetzten Änderungen zu weit von den originellen Beobachtungen abgewichen wurde. Waren doch die Deklinationen, den 26 Karten entnommen, in der Übersichtskarte der Säcular-Curven eingetragen; also zu steter Controle anwesend.

Nachdem endlich, nach zahllosen kleinen Correcturen die Karten construiert waren, wurden die Parallel-Curven scharf und genau gezogen und ihnen die entgültigen Werte der Deklination für die 540 Schnittpunkte entnommen. Sie sind nachstehend in Tabellen zusammengestellt.

Die Werte für die Säcular-Variation wurden mittelst der Säcular-Curven bestimmt.

Es versteht sich, dass die Säcular-Variation oder der erste Differential-Quotient nach der Zeit für eine gewisse Epoche durch die Neigung der Curve zur Zeitachse in dem correspondierenden Punkte, bestimmt ist; und also wurde auch diese Neigung gemessen.

Ich habe diese Messungen der Neigung für die Schnittpunkte von 20° zu 20° ausgeführt, nur auch die Parallele 70° N aufgenommen. In den weiter folgenden Tabellen ist die so bestimmte Säcular-Variation in Minuten pro Jahr ausgedrückt.

Die Wahl der Epochen 1500; 1550; 1600; 1650; 1700 und die der Schnittpunkte von 10° zu 10° und 20° zu 20°, ist mit Hinsicht auf die grosse Vereinfachung, welche dies den Berechnungen von Constanten für Formeln giebt, geschehen.

Die untersten Reihen der Tabellen der Deklinations-Werte geben die mittleren Deklinationen nach Parallelen und zeigen sehr karakteristische Eigenschaften.

Dr. Bauer (American Journal of Science, Vol. I, 1895, p. 111) hat diese mittleren Deklinationen bereits für die Periode 1780—1885 berechnet und findet dass sie ausnahmslos positiv sind. Auch findet er Änderung mit der Breite, welche er aber zu klein achtet um daraus etwas schliessen zu dürfen.

Ich finde gerade das Umgekehrte: positive und negative Zahlen und eine typische Änderung mit der Breite; Abnahme bis niedrige

nördliche Breiten, Zunahme bis höhere südliche Breiten, welcher wieder eine Abnahme folgt.

Ich habe diese Zahlen auch für die Epochen 1770, 1840—45 und 1885 berechnet, und dazu den Isogonen-Karten jener Epochen die Deklinations-Werte von 10° zu 10° nach Augenschätzung (bis zu halben Graden) entnommen.

MITTLERE DEKLINATIONEN DER PARALLELEN.

Epoche	70° N.	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	Polar-Kreis.
1600	7.98	3.41	1.06	−0.07	−1.13	**−1.45**	−1.20	−0.32	**0.43**	0.30	−0.18	−0.73	−1.50	−2.05	
1650	8.51	4.11	2.09	0.46	0.11	**0.00**	0.09	0.35	0.77	0.99	1.05	**1.20**	0.66	−1.34	
1700	9.42	5.06	2.88	0.68	**0.24**	0.40	0.57	0.57	0.68	1.19	1.31	**1.32**	0.82	−0.60	
1770		2.39	1.22	0.35	0.35	**0.29**	0.32	0.50	0.76	1.03	1.49	2.29	2.54	**3.35**	3.08
1840–45		2.85	1.72	1.18	**0.46**	0.50	0.51	0.79	1.21	1.47	1.99	2.26	**2.36**	**2.36**	1.38
1885		3.00	1.44	0.64	**0.44**	0.51	0.62	0.89	1.22	1.76	2.64	3.47	3.97	**4.03**	3.50

Die Zahlen für die verschiedenen Epochen stimmen wirklich recht schön überein, und das Resultat, dass die Breiten der Umkehrung auseinanderrücken scheint nicht unwesentlich zu sein.

Dass bis zum Jahre 1700 einige Mittelwerte negativ waren, ist fast zweifellos.

Werte der Deklination in den Schnittpunkten der Parallelen und Merideanen.

1500.

	50 °W.	40°	30°	20°	10°
80° O					
70					
60					
50			5°6	6°2	4°4
40		0°0	2.2	3.1	1.2
30	—7°0	—2.4	—0.2	0.0	— 1.9
20	—8.6	—3.8	—2.0	—2.8	— 4.8
10	—8.6	—4.4	—3.7	—5.0	— 7.0
0	—7.0	—4.2	—5.4	—6.8	— 9.0
10 W.	—2.9	—3.0	—4.5	—6.8	—10.1
20	0.2	—1.0	—1.9	—3.1	— 7.7
30	5.0	1.8	0.0	—1.0	— 3.1
40		6.7	4.0	0.8	— 1.3
50			8.2	2.5	
60			9.0	1.9	

1550.

	60° W.	50°	40°	30°	20°	10°	0°	10°	20°	30°	40°
80° O						11°0	13°5				
70				10°9	12°2	14·4	16.0	17°1	18°0	19°6	
60				9.8	11.0	13.0	14.9	16.2	18.0	19.8	
50			4°4	5.0	6.5	8.4	10.0	12.0	13.5	15.0	16°6
40			—0.4	0.6	2.5	4.5	6.1	7.3	8.2	9.0	8.7
30		— 7°8	—4.1	—2.5	— 0.7	1.1	2 1	2.4	2.5	2.0	0.6
20	—14°9	—11.4	—6.5	—4.4	— 2.9	— 1.4	— 1.0	— 1.5	— 2.1	— 3.2	— 5.0
10	—14.7	—11.9	—8.0	—5.6	— 4.2	— 3.0	— 3.3	— 4.6	— 6.6	— 8.5	—10.4
0	—11.3	—10.1	—8.0	—6.2	— 5.0	— 4.2	— 5.0	— 8.0	—11.0	—13.5	—16.0
10 W.	— 6.8	— 6.4	—6.5	—5.8	— 5.2	— 5.0	— 7.0	—10.5	—14.9	—17.4	—20.3
20	— 2.5	— 2.8	—4.1	—4.4	— 4.6	— 5.2	— 7.6	—11.8	—16.0	—19.0	
30	3.5	2.7	—0.6	—2.2	— 3.5	— 4.6	— 6.6	—10.6	—13.5	—16.0	—18.9
40	11.5	10.3	3.7	0.0	— 2.0	— 3.6	— 5.0	— 8.0	—10.5	—12.2	
50		20.5	9.4	2.4	— 1.0	— 2.2	— 3.7				
60		33.5	13.8	4.5	-- 0.6						

1600.

	80° N.	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
170° O	—22°8	—13°7	—12°4	—13°5	—15°0	—16°3	—16°8	—16°8	—13°8	— 9°8	— 7°7	— 6°8	— 6°7	— 8°0	— 8°0
160	—15.0	— 8.2	— 8.0	— 9.4	—11.1	—12.4	—14.8	—15.7	—13.0	— 9.3	— 7.0	— 6.4	— 5.8	— 5.7	— 5.6
150	— 6.3	— 5.0	— 4.8	— 5.9	— 7.8	— 9.2	- 12.0	—13.0	—11.0	— 7.6	— 5.8	— 5.0	— 3.3	— 2.0	— 0.4
140	— 0.3	— 1.3	— 1.9	— 3.0	— 4.7	— 6.7	— 8.8	— 9.8	— 8.5	— 5.5	— 4.0	— 2.3	— 0.3	2.1	4.7
130	5.0	2.0	1.0	0.0	— 1.7	— 3.9	— 6.3	— 6.3	— 5.7	— 3.4	— 1.7	0.8	3.1	6.0	10 4
120	10.6	5.5	4.4	3.6	1.7	— 0.8	— 3.1	— 3.3	— 2.5	— 1.0	1.4	3.8	7.0	11.0	15.4
110	14.9	9.7	8.2	7.2	5.0	2.4	0.0	0.0	1.1	2.5	5.0	7.5	11.6	15.6	20.4
100	18.9	13.9	12.7	10.5	8.0	5.6	4.0	3.9	5.0	6.9	9.4	11.7	15.7	20.0	25.5
90	23.8	17.9	16.0	14.3	11.5	8.7	7.9	8.5	9.8	11.1	13.8	16.8	21.0	25.0	29.5
80	30.0	21.4	18.8	17.0	15.0	11.4	12.0	12.9	14.4	16.0	18.6	22.1	25.6	28.2	29.5
70	30.9	23.2	20.5	18.3	15.8	13.0	15.4	16.4	18.1	20.1	22.6	25.2	25.9	26.0	26.0
60	28.2	23.2	18.6	15.5	13.4	12.7	16.0	17.8	19.5	20.9	21.6	22.0	22.0	21.5	21.6
50	25.1	18.0	10.6	7.5	7.8	9.3	12.4	14.3	16.5	17.5	17.5	17.6	17.4	17.0	16.5
40	21.4	11.5	4.0	1.0	2.2	4.2	6.8	9.0	10.9	11.8	13.0	12.8	12.4	11.5	10.0
30	18.2	5.0	— 1.5	— 4.6	— 3.0	— 0.4	2.0	3.7	5.2	6.4	7.2	7.0	6.5	5.0	2.5
20	15.7	1 3	— 5.0	— 8.5	— 7.0	— 4.5	— 2.3	— 0.5	0.7	1.6	2.0	1.4	0.5	— 1.8	— 4.0
	16.1	0.1	— 6.5	—11.1	— 8.8	— 7.0	— 3.8	— 2.9	— 2.3	— 2.0	— 2.4	— 3.7	— 5.6	— 7.4	—10.0
	21.0	1.5	— 5.9	—10.0	— 8.5	— 6.0	— 4.4	— 4.1	— 4.5	— 5.0	— 6.8	— 9.0	—10.8	—13.5	—15.6
10 W.	26.5	4.2	— 3.4	— 6.8	— 6.5	— 5.9	— 5.1	— 5.1	— 6.0	— 7.5	—10.8	—13.7	—15.5	—17.7	—19.6
20		8.6	— 0.2	— 3.6	— 4.3	— 4.0	— 4.7	— 5.9	— 7.5	— 9.5	—13.7	—16.1	—18.3	—20.6	—23.3
30		14.5	4.0	0.1	— 2.0	— 3.4	— 4.5	— 5.8	— 8.2	—10.3	—14.4	—17.5	—20.2	—22.5	—26.2
40		23.0	10.0	4.6	0.5	— 2.0	— 3.8	— 5.6	— 7.7	— 9.4	—13.7	—17.4	—20.4	—23.5	—27.0
50		32.3	17.0	10.2	4.5	— 0.1	— 3.1	— 5.2	— 7.2	— 8.0	—10.8	—14.8	—18.2	—21.0	—25.1
60		41.0	25.4	15.5	8.7	2.3	— 3.4	— 4.5	— 5.8	— 6.0	— 8.0	— 9.7	—13.2	—16.5	—21.2
70		47.5	29.0	18.0	11.4	4.0	— 2.9	— 3.0	— 3.7	— 3.5	— 4.0	— 5.0	— 8.0	—11.5	—15.6
80		47.5	27.0	17.6	11.8	4.5	— 1.3	— 2.8	— 2.0	— 1.8	— 2.0	— 2.7	— 4.4	— 7.5	—11.3
90		39.0	22.0	14.0	8.0	2.0	— 1.8	— 2.0	— 1.0	— 0.3	— 0.4	— 1.4	— 3.2	— 5.5	— 9.2
100		26.0	13.4	7.0	2.0	— 1.1	— 1.8	— 1.7	0.6	1.7	1.2	— 1.0	— 3.0	— 5.4	— 8.4
110		5.5	5.0	0.2	— 1.7	— 2.0	— 0.8	1.1	3.0	3.9	2.0	— 0.7	— 3.0	— 5.4	— 8.3
120		— 8.5	— 2.1	— 2.5	— 2.2	— 0.4	1.6	4.3	5.5	4.9	1.9	— 0.8	— 3.2	— 5.5	— 8.0
130		—17.0	— 6.0	— 3.4	— 0.9	1.9	4.1	5.8	6.4	4.5	1.5	— 1.1	— 3.6	— 5.7	— 8.2
140		—20.4	—10.0	— 4.5	— 1.3	1.0	3.3	4.8	5.4	3.2	0.6	— 1.9	— 4.0	— 6.0	— 8.3
150		—19.8	—15.6	— 7.5	— 4.0	— 2.4	— 1.5	0.0	1.1	1.0	— 0.7	— 2.5	— 4.7	— 6.5	— 8.7
160		—19.1	—20.5	—12.1	— 8.0	— 7.0	— 6.5	— 5.6	— 4.0	— 2.5	— 2.5	— 3.8	— 5.7	— 7.5	— 9.5
170		—22.9	—22.3	—17.8	—14.3	—12.1	—11.4	—11.0	— 8.5	— 6.0	— 5.0	— 5.2	— 6.6	— 8.2	—10.4
180	—30.0	—20.5	—19.6	—19.7	—17.0	—16.0	—16.0	—15 0	—12.2	— 9.0	— 7.0	— 6.7	— 7.6	— 8.0	—11.0
Mittel		7°98	3°41	1°06	— 0°07	— 1°13	— 1°54	— 1°20	— 0°32	0°43	0°30	— 0°18	— 0°77	— 1°50	— 2°05

1650.

	80° N.	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
170° O	—19°5	—19°1	—16°7	—16°0	—15°9	—16°2	—15°6	—13°5	—10°7	— 8°9	— 8°0	— 8°6	— 9°0	— 9°6	— 9°5
160	—12.0	—13.8	—12.1	—12.5	—13.2	—14.0	—14.3	—12.7	—11.0	— 8.1	— 7.0	— 6.9	— 6.4	— 5.6	— 5.0
150	— 5.8	— 8.0	— 7.5	— 8.6	—10.2	—11.3	—11.9	—10.9	— 9.6	— 6.7	— 5.3	— 4.2	— 2.7	— 0.4	0.9
140	— 1.2	— 4.0	— 3.2	— 4.4	— 6.6	— 8.0	— 8.7	— 8.7	— 6.6	— 3.7	— 1.7	0.0	3.0	5.8	7.7
130	2.3	— 0.4	— 0.2	— 1.0	— 2.8	— 4.2	— 5.1	— 5.3	— 4.2	— 0.6	1.6	4.5	9.0	12.2	14.1
120	5.0	2.3	2.0	1.9	0.5	— 0.6	— 1.4	— 1.8	— 1.3	1.6	4.0	7.4	13.5	17.3	19.9
110	8.6	4.3	4.3	4.0	2.7	2.2	1.6	1.4	1.7	3.8	5.9	9.4	15.6	21.1	24.0
100	12.2	6.0	6.9	6.0	5.1	4.6	4.3	4.3	4.5	5.7	8.0	11.4	18.4	24.2	27.0
90	15.3	7.4	9.5	8.7	7.9	7.7	7.4	7.4	7.6	8.7	10.5	14.7	20.5	26.3	29.4
80	18.1	8.8	13.5	12.2	10.9	10.7	10.6	10.9	11.4	12.9	14.0	17.6	23.7	27.7	30.4
70	20.3	9.8	16.4	16.3	15.0	14.5	14.0	14.6	15.8	17.7	18.3	21.2	26.0	27.7	28.5
60	22.4	9.8	16.6	20.6	19.5	17.7	16.8	17.4	18.9	21.2	21.9	24.8	26.0	25.7	25.0
50	23.6	8.3	14.0	16.0	16.0	15.8	15.8	17.0	18.6	20.8	21.3	22.6	22.6	21.0	19.2
40	24.9	6.6	9.0	10.2	10.4	10.8	11.6	13.1	15.0	16.7	17.6	17.3	16.9	15.3	13.0
30	27.2	5.3	4.7	6.0	6.0	6.7	7.4	8.5	10.0	11.1	11.9	12.0	10.9	9.7	7.7
20	28.5	5.1	3.0	2.0	2.4	3.1	3.8	4.3	5.0	5.5	6.1	6.0	5.4	4.5	2.4
10	30.2	6.1	2.4	— 1.0	— 0.3	0.4	1.2	1.3	1.8	1.9	1.6	1.3	0.4	— 1.0	— 3.8
0	36.0	9.0	2.8	— 2.1	— 2.0	— 0.9	— 0.4	— 0.3	— 0.4	— 1.0	— 1.8	— 3.3	— 5.0	— 7.3	—10.8
10 W.		12.6	4.2	— 1.3	— 4.0	— 1.7	— 0.5	— 1.0	— 1.9	— 3.2	— 5.0	— 7.6	— 9.8	—12.4	—15.8
20		17.0	6.5	0.3	— 2.9	— 1.3	— 1.0	— 2.0	— 3.4	— 5.8	— 7.9	—11.0	—13.7	—16.5	—19.7
30		23.0	9.5	3.5	— 0.8	— 0.9	— 1.3	— 3.0	— 5.7	— 8.5	—11.3	—14.2	—17.0	—19.8	—23.7
40		30.3	13.4	6.6	1.1	— 1.1	— 2.0	— 4.3	— 7.8	—11.0	—14.0	—16.3	—19.9	—23.0	—27.4
50		40.4	17.7	9.8	3.3	— 0.6	— 3.0	— 5.4	— 8.9	—12.0	—14.5	—16.9	—21.0	—24.9	—29.5
60		52.0	22.9	14.0	6.0	0.0	— 3.8	— 6.0	— 8.1	—10.8	—12.0	—13.9	—16.5	—20.1	—25.7
70		55.6	26.8	17.0	8.0	1.5	— 2.3	— 5.4	— 6.7	— 6.6	— 6.3	— 7.4	— 9.7	—13.7	—20.5
80		51.2	26.8	17.0	8.9	3.0	— 1.0	— 3.0	— 3.5	— 2.4	— 2.1	— 2.8	— 3.5	— 6.3	—14.8
90		44.0	22.0	12.0	7.1	2.5	— 0.4	— 0.8	— 0.2	0.3	0.2	0.4	0.1	— 2.1	— 7.3
100		32.2	15.0	7.4	4.0	1.2	0.0	0.6	0.9	1.1	1.1	1.0	0.7	0.0	— 3.6
110		20.6	8.1	3.8	0.4	— 0.3	0.8	1.6	2.0	2.0	1.9	1.5	0.8	— 0.1	— 3.1
120		7.9	2.3	— 0.7	— 2.6	0.4	2.0	2.5	2.6	2.5	2.2	1.4	0.4	— 0.8	— 4.0
130		—10.0	— 3.3	— 3.2	— 1.5	1.9	3.3	3.5	2.9	2.3	1.7	0.7	— 0.3	— 2.3	— 6.2
140		—21.0	— 9.7	— 6.3	— 3.5	1.7	3.5	3.4	2.3	1.4	0.5	— 0.6	— 2.6	— 4.4	—10.4
150		—25.3	—15.8	—11.1	— 7.8	— 3.5	— 0.5	— 0.1	0.0	— 0.7	— 1.3	— 2.5	— 4.3	— 7.9	—13.6
160		—26.4	—20.3	—15.0	—12.0	— 9.4	— 6.7	— 4.4	— 2.8	— 2.9	— 3.3	— 4.7	— 7.5	—11.5	—15.2
170		—26.1	—21.9	—17.7	—15.0	—12.8	—10.5	— 8.4	— 6.2	— 5.3	— 5.7	— 7.5	—10.4	—12.9	—15.0
180	—26.2	—25.0	—21.6	—19.2	—17.7	—15.8	—14.0	—11.7	— 9.5	— 7.7	— 7.5	— 9.1	—11.3	—12.1	—13.0
Mittel		8°51	4°11	2°09	0°46	0°11	0°00	0°09	0°35	0°77	0°99	1°05	1°20	0°66	—1°34

1700.

	80° N.	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
170° O	—36°0	—25°5	—19°7	—15°0	—13°5	—13°0	—11°7	—10°1	— 9°5	— 9°8	—10°3	—11°1	—11°4	—11°6	—12°2
160	—31.4	—18.9	—14.0	—11.5	—10.9	—10.8	—10.5	—10.0	— 9.6	— 9.5	— 9.0	— 8.7	— 8.5	— 8.3	— 7.2
150	—22.5	—12.2	— 8.6	— 8.0	— 7.8	— 8.3	— 8.0	— 8.6	— 8.5	— 8.2	— 6.0	— 4.3	— 3.7	— 3.1	— 1.3
140	—16.0	— 6.8	— 4.7	— 5.0	— 5.6	— 6.2	— 7.0	— 7.1	— 6.7	— 5.0	— 1.2	0.6	1.7	3.9	7.5
130	—11.8	— 3.5	— 2.0	— 2.1	— 3.0	— 3.5	— 4.5	— 4.6	— 4.2	— 1.8	3.4	5.2	9.0	13.2	16.6
120	— 8.0	— 1.2	0.1	0.2	0.1	— 0.4	— 2.0	— 1.6	— 1.0	0.8	4.8	8.7	13.4	18.7	23.0
110	— 5.0	0.4	1.3	1.6	2.0	2.0	1.0	0.6	1.0	3.0	6.0	9.7	15.1	20.9	26.8
100	— 3.2	1.2	2.6	3.1	3.5	4.1	3.0	2.8	2.8	4.7	7.0	10.9	16.3	23.0	28.1
90	— 1.8	1.6	3.7	4.8	5.3	5.7	4.8	4.4	4.3	6.3	9.0	13.1	18.8	25.0	29.5
80	— 0.5	2.1	4.7	6.6	7.5	7.6	7.2	6.0	6.5	8.4	12.0	15.7	21.1	27.0	30.6
70	0.7	2.5	6.6	9.2	10.0	9.7	9.5	9.2	10.0	12.1	15.2	19.0	23.8	27.9	32.0
60	2.2	2.9	8.5	12.0	12.5	12.2	12.3	12.9	14.1	16.0	19.1	22.5	25.9	28.5	32.0
50	4.7	3.3	9.0	14.2	14.6	14.1	14.1	14.8	17.0	18.2	21.2	24.0	26.4	27.8	29.7
40	11.0	3.6	8.0	12.7	13.4	12.7	13.8	14.9	16.5	18.4	20.6	22.0	23.0	24.0	24.5
30	19.2	4.4	7.1	9.5	11.0	11.6	12.4	13.6	14.5	15.2	16.5	17.5	18.1	17.8	17.1
20	27.3	6.0	6.9	8.5	9.2	10.0	10.6	11.3	11.7	11.9	12.0	12.5	12.5	11.5	10.2
10	37.0	9.3	7.6	7.9	8.1	8.2	8.3	8.5	8.5	8.2	8.0	7.9	6.7	5.1	3.1
0		14.5	9.2	7.5	6.7	6.3	6.0	5.8	5.4	4.9	4.3	3.1	1.7	— 0.2	— 3.0
10 W.		19.5	11.5	7.5	5.4	4.4	4.0	3.5	3.0	1.6	0.4	— 1.3	— 3.0	— 5.7	— 9.3
20		25.2	14.6	9.0	4.6	3.1	2.1	1.3	0.0	— 1.4	— 3.0	— 5.5	— 8.0	—10.8	—14.6
30		33.7	18.6	11.5	5.1	2.4	0.7	— 1.0	— 2.5	— 4.5	— 7.0	— 9.6	—12.5	—15.3	—19.4
40		42.6	23.0	14.8	6.3	2.0	— 0.7	— 3.0	— 5.2	— 7.4	—10.4	—13.2	—16.6	—20.0	—24.0
50		52.7	27.8	18.1	7.7	1.4	— 2.3	— 5.0	— 7.9	—10.3	—13.1	—16.9	—19.6	—22.8	—28.0
60		61.0	32.5	22.0	7.9	0.4	— 4.0	— 6.0	— 8.8	—10.8	—13.1	—15.2	—17.9	—21.0	—28.1
70		60.0	35.7	21.9	7.5	— 0.8	— 5.3	— 7.0	— 8.1	— 8.7	— 8.4	— 9.6	—12.7	—17.0	—24.5
80		55.0	33.5	16.3	4.9	— 1.9	— 5.6	— 6.0	— 6.0	— 5.6	— 5.0	— 5.6	— 7.2	—11.9	—19.5
90		48.0	25.5	10.0	0.9	— 1.9	— 3.7	— 3.3	— 2.3	— 2.1	— 2.4	— 2.5	— 4.0	— 8.0	—15.3
100		37.0	15.5	4.6	— 2.3	— 2.7	— 1.2	0.0	0.2	0.2	— 0.6	— 1.1	— 3.0	— 7.0	—13.0
110		21.6	7.0	— 1.8	— 5.6	— 4.0	— 0.7	1.0	1.2	0.9	0.2	— 1.1	— 3.0	— 7.0	—12.0
120		8.1	— 0.5	— 5.6	— 7.4	— 5.0	— 0.8	1.0	1.2	0.6	— 0.2	— 1.4	— 3.6	— 7.1	—12.0
130		— 3.0	— 5.7	— 8.3	— 8.4	— 5.3	— 1.0	0.6	0.6	— 0.1	— 1.2	— 2.5	— 4.6	— 7.8	—12.3
140		—11.8	—10.2	—10.3	— 9.8	— 6.2	— 1.6	— 0.2	— 0.2	— 1.1	— 2.1	— 3.6	— 6.1	— 9.2	—13.0
150		—18.0	—14.5	—12.6	—12.0	— 7.2	— 3.0	— 2.0	— 2.0	— 2.0	— 3.0	— 5.4	— 7.7	—10.8	—14.7
160		—22.3	—17.2	—15.9	—13.8	— 9.0	— 5.0	— 3.2	— 3.2	— 3.7	— 5.0	— 7.0	— 9.2	—12.3	—16.5
170		—25.1	—20.2	—17.0	—14.9	—10.9	— 7.0	— 5.3	— 4.9	— 5.9	— 7.0	— 9.0	—11.1	—13.7	—17.0
180		—27.4	—21.2	—17.0	—14.6	—12.2	— 9.7	— 7.8	— 7.5	— 8.7	— 9.0	—10.7	—12.5	—14.1	—15.5
Mittel		9°42	5°06	2°88	0°68	0°24	0°40	0°57	0°57	0°68	1°19	1°31	1°32	0°82	—0°60

Werte der Säcular-Variation (Minute pro Jahr) in den Schnittpunkten der Parallelen und Merideane.

1500.

	60° W.	40°	20°	0°	20°	40°
40° N.		−4'.0	−3'.5	−4'.0	−3'.8	−2'.6
20	−2'.8	−1.9	−2.3	4.1	1.5	

1550.

	60° W.	40°	20°	0°	20°	40°	60°	80
60° N		−2'.9	1'.1	4'.5	8'.2			
40	−7.0	−4.0	−2.2	−3.1	−3 6	1'.4	4'.5	
20	−2.6	−1.9	−0.4	0.0	0.6	0.5	9.5	5.5
0		−4.0	0.0	0.2	2.6	7.7	8.8	5.5
20 S.			−2.5	3.5	4.0	6.3	6.0	
40		−9.6	3.6	6.0	5.2	3.0	−0.4	

1600.

	180° W	160°	140°	120°	100°	80°	60°	40°	20°	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°
80° N.	14'.0								6'.0	19'.0	19'.0	23'.0	−3'.4	−11'.3	−5'.7	−1'.9	0'.0	12'.0
70	−7.5	4'.5	7'.1			3'.2	8'.6	5'.0	8.7	10.0	4.8	−5.8	−15.5	−16.0	−9.8	−5.2	−7.4	−9.0
60	−1.5	−1.5	4.8	10'.0	−2'.6	−8.4	−19.5	−0.7	5.5	8.6	14.1	8.7	0 0	−3.0	−3.4	−2.5	−0.5	−5.0
40	−1.2	−5.2	1.3	1.0	6.5	−0.9	−5.9	−1.5	0.9	4.2	4.0	5.0	12.0	−2.5	−4.7	−1.0	−2.1	−4.6
20	−0.6	−1.8	2.0	1.2	5.8	1.6	−2.1	0.0	2.0	1.4	1.4	7.5	3.9	3.5	5.0	2.5	−1.2	0.5
0	2.7	2.4	−2.0	−4.1	2.0	−1.7	−4.2	−3.0	2.5	2.3	3.0	7.1	3.3	−2.0	0.5	1.9	3.0	1.6
20 S.	0.7	0.4	1.7	0.6	1.1	1.3	−7.0	−1.4	5.9	3.9	3.7	5.3	3.8	−1.1	3.0	4.0	4.0	1.8
40	−4.6	−1.7	5.7	8.6	7.2	3.0	−3.8	−2.6	5.0	7.0	6.5	4.2	2.1	0.0	11.7	8.7	5.5	1.0
60	−1.3	−8.4	2.6	8.0	11.3	−6.9	−4.1	−0.5	3.7	5.2	7.0	3.0	7.5	1.1	−3.4	3.1	5.5	2.5

1650.

	180° W	160°	140°	120°	100°	80°	60°	40°	20°	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°
80° N.	−3'.2								6'.5	16'.7	6'.1	0'.0	−11'.5	−15'.5	−11'.4	−9'.4	−5'.2	−8'.2
70	−6.7	6'.0	9'.5			5'.1	11'.8	9'.7	9.0	7.4	2.0	−5.5	−9.5	−10.0	−8.0	−3.2	−3.1	−7.3
60	−0.5	2.5	1.4	0'.0	2'.0	5.0	18.1	8.5	9.3	7.4	7.3	1.4	−4.5	−8.0	−9 0	−4.6	−4.3	−5.0
40	4.0	−2.1	−5.8	−1.7	−1.3	−4.2	0.3	4.5	7.3	9.4	6.8	9.0	−3.8	−4.4	−2.0	−0.6	0.0	0.8
20	4.5	3.2	−1.8	−1.4	0.0	−1.3	−0.4	3.2	3.9	6.8	8.4	3.6	−2.4	−3.0	−0.6	1.9	0.8	1.7
0	2.8	1.7	−3.1	−1.8	0.0	−2.0	−1.2	3.0	4.8	4.8	4.2	3.1	−3.4	−3.8	−1.0	2.4	1.0	1.3
20 S.	−0.7	−1.0	−1.3	−1.0	−1.1	−2.1	−3.2	−1.8	6.2	6 0	4.5	4.6	−1.6	−9.6	0.5	2.6	1.4	0.0
40	−2.1	−2.0	−0.8	0.0	−1.6	−1.0	−2.0	2.4	6.9	7.0	7.3	4.9	2.8	−1.7	−2.0	0.8	0.0	−1.6
60	−3.3	−4.2	−6.4	−2.8	−0.9	−4.5	−3.9	0.7	4.3	7.1	8.0	5.7	2.0	−1.5	0.0	4.4	3.7	−1.1

1700.

	180° W.	160°	140°	120°	100°	80°	60°	40°	20°	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°
80° N.	—14'.2								6'.5	2'.4	—2'.0	—12.'3	—15'.8	—16'.5	—15'.5	—13'.5	—27'.0	—8'.0
70	0.0	0'.0	0'.0			8'.3	15'.5	16'.7	9.1	5.8	1.2	— 4.2	— 7.5	— 4.3	— 1.3	0.0	0.0	—1.0
60	1.3	—1.3	—6.0	—6'.8	0'.0	11.3	10.0	10.5	7.9	5.4	1.5	— 5.8	—12.5	—10.0	0.0	2.0	0.0	—0.3
40	3.3	—1.0	—6.4	—7.4	—8.7	— 4.6	1.2	7.5	9.9	10.0	10.1	— 1.3	— 8.8	— 5.0	— 0.4	— 0.3	1.6	1.9
20	1.9	—0.5	—7.4	—4.2	—2.6	— 1.4	0.2	0.7	4.3	8.5	8.1	1.3	— 9.6	— 5.5	— 5.1	0.7	4.4	4.7
0	0.0	—2.3	—3.0	—1.8	—2.5	— 1.1	0.1	2.2	2.7	7.8	10.0	0.9	—10.4	— 6.2	— 1.7	1.0	1.8	1.0
20 S.	— 3.8	—2.5	—2.3	—1.6	—3.0	— 3.1	0.4	2.5	4.8	7.5	10.7	3.1	— 4.9	— 1.0	— 1.0	0.4	0.2	—1.4
40	— 1.3	—1.4	—1.8	0.0	—2.9	— 2.6	— 0.7	4.2	6.3	6.7	7.3	6.0	— 1.9	— 4.6	— 5.3	— 0.7	— 1.5	—3.0
60	— 0.9	3.7	0.4	—1.5	—7.1	— 3.7	— 0.2	4.9	7.5	8.4	6.5	7.7	1.5	4.8	11.8	11.2	— 1.5	—4.0

1750.

	180° W.	160°	140°	120°	100°	80°	60°	40°	20°	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°
80° N.	—4'.0								3'.2	— 3'.0	—4'.8	—6'.7	—9'.2	—12'.0	—12.'0	—10'.7	—5'.5	—2'.3
70	3.6	—9'.5	—12'.0			21'.7	17'.5	11'.0	10.3	6.6	4.0	—3.3	—4.5	— 2.9	0.0	2.3	0.0	5.8
60	2.5	—3.5	—16.5	—14'.0	—20'.0	— 3.5	2.7	6.4	11.3	13.0	4.2	—1.7	—5.2	— 5.0	0.0	2.2	4.4	7.6
40	0.3	—1.2	— 3.7	— 3.7	— 3.7	— 3.5	2.0	5.0	9.0	9.6	4.2	—1.4	—4.4	— 2.7	— 0.7	0.0	2.4	1.9
20	—1.7	—3.8	— 2.1	— 2.8	— 4.4	— 1.0	1.2	5.1	11.5	10.5	2.0	—1.2	—2.0	— 3.7	— 1.6	0.0	2.7	0.9
0	—1.2	—3.0	— 2.0	— 2.7	— 4.0	— 1.0	2.0	3.1	6.3	6.5	7.4	—1.3	—2.3	— 1.7	— 1.8	0.7	2.1	1.8
20 S.	—0.9	—1.2	0.8	— 1.4	— 2.5	— 2.8	2.2	2.6	5.7	8.0	7.1	1.0	—5.0	— 6.4	— 2.3	— 1.2	—0.1	0.0
40	—1.1	—0.5	0.3	0.0	— 1.4	— 6.2	0.2	4.9	5.9	8.6	6.7	6.4	0.5	2.2	5.9	— 2.8	—2.4	—2.5
60	0.0	0.7	0.6	2.3	— 4.0	— 3.7	3.2	6.5	7.0	7.5	5.8	3.0	5.6	4.9	6.9	— 0.4	—5.2	—5.2

1800.

	180° W	160°	140°	120°	100°	80°	60°	40°	20°	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°
80° N.	0'.0								—1'.0	—5'.9	—7'.0	—5'.8	—6'.2	—9'.2	—8'.1	—6'.1	—0'.3	0'.0
70	6.7	—1'.3	—14'.0			8'.8	8'.1	1'.6	8.4	8.6	5.1	0.0	—4.5	—6.0	—4.0	—1.1	—1.6	0.6
60	2.5	1.9	— 2.5	—7'.7	—14'.0	—0.9	9.5	10.9	9.0	2.5	2.1	0.8	—3.5	—2.0	—3.4	—0.4	—0.5	3.1
40	0.0	0.3	— 2.5	—2.5	— 2.6	—1.4	3.7	8.9	8.1	2.8	0.0	—1.2	—2.8	—3.2	—3.5	2.9	3.4	3.1
20	0.4	—1.0	— 2.8	—3.7	— 3.2	—0.1	2.3	4.4	6.7	2.6	—2.8	—4.5	—3.0	0.0	0.0	—0.7	2.2	0.0
0	0.2	—0.9	— 1.7	—3.2	— 3.1	—3.2	1.7	6.0	8.4	5.3	0.6	—6.1	—2.8	0.0	—1.8	—0.5	0.7	0.5
20 S.	1.1	0.0	— 1.5	—3.4	— 4.6	—2.9	2.2	2.6	5.7	8.0	7.1	1.0	—5.0	—6.4	—2.3	—1.2	—0.1	0.0
40	—0.1	0.0	— 1.7	—7.1	— 6.4	—6.0	2.2	4.9	7.1	7.6	7.5	1.1	0.0	—2.3	0.5	—3.5	—4.2	—0.4
60	—2.0	—3.2	— 5.6	—6.0	— 8.1	—1.7	3.6	3.8	4.1	5.8	7.4	5.8	5.0	3.9	—0.4	—7.0	—9.3	—7.4

1850.

	180° W	160°	140°	120°	100°	80°	60°	40°	20°	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°
80° N.	3'.8					1'.2	—2'.4	1'.4	— 1'.8	—9'.3	—9'.0	—4'.1	— 1'.8	— 4'.1	— 5'.8	—2'.0	—2'.1	4'.7
70	—4.5	1'.4	—3'.4			1.2	—3.7	—5.5	0.0	—2.0	—8.5	—7.8	—13.4	—13.7	—13.4	—7.1	1.2	4.5
60	0.7	1.6	1.0	—2'.7	—3'.6	11.8	6.9	7.1	0.0	—4.7	—7.3	—5.8	— 5.9	— 8.1	— 2.1	3.0	8.0	3.8
40	—0.5	1.0	0.7	—2.0	—2.2	2.4	4.4	7.4	— 2.6	—5.4	—6.9	—7.8	— 4.8	— 2.3	— 0.6	0.0	3.0	1.4
20	1.5	1.4	0.3	—0.4	1.5	2.3	3.1	5.1	2.7	—4.1	—4.5	—1.9	— 2.4	— 1.4	— 2.8	0.6	1.6	2.6
0	0.6	1.6	0.1	—0.3	0.0	0.0	3.4	5.8	6.8	—1.0	—7.6	—2.3	— 3.9	0.0	— 1.6	—0.6	—0.2	0.1
20 S.	1.2	0.0	—2.5	—4.2	—3.8	— 2.6	3.2	10.9	10.2	7.9	—2.7	—4.0	— 2.9	0.9	— 1.4	—2.3	—1.2	—0.2
40	0.0	—0.9	—3.5	—4.6	—5.6	— 1.5	4.6	5.0	9.3	8.8	4.3	0.0	0.5	2.5	0.3	—0.7	—1.6	—0.2
60	—3.2	—2.4	—3.1	—8.2	—2.6	— 0.2	3.1	5.6	10.1	8.0	6.4	2.9	1.9	7.4	1.1	3.7	0.0	—2.4

Mechanica. — De Heer JAN DE VRIES biedt namens Dr. G. DE VRIES te Haarlem, voor het Verslag der Vergadering aan een opstel getiteld: „*Les équations du mouvement des Cyclones*".

En substituant dans les équations d'Euler des coordinées cylindriques en introduisant la vélocité radiale (V_r) et la vélocité tangentielle (V_θ) et posant:

$$u = V_r \cos \vartheta - V_\theta \sin \vartheta \; ; \qquad v = V_r \sin \vartheta + V_\theta \cos \vartheta ,$$

elles se transforment en:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{d}{dt}[V_r] - \frac{V_\theta^2}{r} = F_r - \frac{1}{\varrho} \cdot \frac{\partial p}{\partial r} + \nu \left[\triangle V_r - \frac{V_r}{r^2} - \frac{2}{r^2} \cdot \frac{\partial V_\theta}{\partial \theta}\right], \\ &\frac{d}{dt}[V_\theta] + \frac{V_\theta V_r}{r} = F_\theta - \frac{1}{\varrho} \cdot \frac{dp}{rd_\theta} + \nu \left[\triangle V_\theta - \frac{V_\theta}{r^2} + \frac{2}{r^2} \cdot \frac{\partial V_r}{d\theta}\right], \\ &\frac{d}{dt}[w] \qquad = F_z - \frac{1}{\varrho} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} + \nu \triangle w , \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

où l'on doit substituer pour $\frac{d}{dt}$;

$$\frac{\partial}{\partial t} + V_r \frac{\partial}{\partial r} + \frac{V_\theta}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} + w \frac{\partial}{\partial z} .$$

Certainement ces équations ont une grande signification dans cette forme pour la météorologie. Si l'on veut les appliquer au mouvement de l'atmosphère il faut faire une série de suppositions simplifiantes, avant de leur donner une forme qui ait une solution. L'influence de la rotation terrestre se manifeste dans les forces:

$$F_r = -\lambda V_\theta \quad ; \quad F_\theta = \lambda V_r ,$$

où λ est écrite pour $2\,\omega \sin \varphi$ et où ω représente la vélocité angulaire de la terre, φ la latitude. Ensuite il faut prendre pour F_z, $-g$. L'air est supposé incompressible et alors l'équation de continuité peut s'écrire:

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial (r\,V_r)}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial V_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

En s'occupant des cyclones il est permis, à une première approximation, et surtout dans les environs du centre, de regarder le mouvement comme indépendant de θ. Si le mouvement est stationnaire, les équations (1) se réduisent, dans la supposition que V_r et V_θ ne dépendent pas de z, à:

$$\left.\begin{aligned} \frac{1}{\varrho} \cdot \frac{\partial p}{\partial r} &= \frac{V_\theta^2}{r} - V_r \frac{dV_r}{dr} - \lambda V_\theta + \nu \left[\frac{1}{r} \frac{d}{dr}\left(r \frac{dV_r}{dr}\right) - \frac{V_r}{r^2}\right], \\ 0 &= - \frac{V_r}{r} \frac{d(rV_\theta)}{dr} + \lambda V_r + \nu \left[\frac{1}{r} \frac{d}{dr}\left(r \frac{dV_\theta}{dr}\right) - \frac{V_\theta}{r^2}\right], \\ \frac{1}{\varrho} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} &= - V_r \frac{\partial w}{\partial r} - w \frac{\partial w}{\partial z} - g + \nu \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r}\left(r \frac{\partial w}{dr}\right) + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2}\right]. \end{aligned}\right\} \quad . \ (1a)$$

L'équation de continuité est dans ce cas aussi simplifié et devient:

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{d(r V_r)}{dr} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (2a)$$

Ainsi conçues, (1a) et (2a) sont applicables au mouvement dans le voisinage du centre de cyclone, pendant que la surface terrestre peut être regardée comme droite et λ comme une constante.

Les auteurs, qui jusqu'ici se sont occupés de cette question n'ont pas eu égard à une relation, qui nécessairement résulte de la supposition faite plus haut.

Puisque dans la première équation (1a) les fonctions ne dépendent pas de z, la troisième équation (1a) donne:

$$f(z) = V_r \frac{\partial w}{\partial r} + w \frac{\partial w}{\partial z} + g - \nu \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r}\left(r \frac{\partial w}{\partial r}\right) + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2}\right];$$

ayant égard à (2a):

$$\frac{\partial w}{\partial z} = \psi(r) \quad ; \quad \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} = 0 ,$$

il s'en suit, en différentiant:

$$V_r \frac{\partial^2 w}{\partial r \, \partial z} + \left(\frac{\partial w}{\partial z}\right)^2 - \nu \frac{\partial}{\partial z} \left[\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial w}{\partial r}\right] = c .$$

Il est clair, que c doit être une constante puisque le membre à gauche est indépendant de z.

En posant:

$$w = z \cdot \psi(r) + \chi(r), \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

la substitution dans l'équation:

$$V_r \frac{\partial w}{\partial r} + w \frac{\partial w}{\partial z} + g - \nu \left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial w}{\partial r}\right) = cz + c' \quad \ldots \quad (3)$$

donne les relations:

$$V_r \cdot \psi' + \psi^2 - \nu \psi'' = c \quad ; \quad V_r \chi' + \psi \chi - \nu \chi'' = c' - g \quad . \ (5)$$

Ensuite l'équation (2a)

$$\int_0^r \int_0^{2\pi} wr\, dr\, d\theta + \int_0^z \int_0^{2\pi} V_r r\, dz\, d\theta = 0$$

se transforme en:

$$z \left[\int_0^r \psi(r)\, r\, dr + r\, V_r \right] + \int_0^r \chi\, r\, dr = 0$$

et fait voir une condition à remplir, savoir: $\chi = 0$ et par suite:

$$c' = g$$

Pour la simplicité j'introduis:

$$R = r \cdot V_r \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Prenant pour ψ dans (5) la valeur $-\frac{1}{r}\frac{dR}{dr}$, cette équation fait naître l'équation différentielle:

$$\nu \cdot \frac{d^3R}{dr^3} - \frac{R + 2\nu}{r} \cdot \frac{d^2R}{dr^2} + \frac{R + 2\nu}{r^2} \cdot \frac{dR}{dr} + \frac{1}{r}\left(\frac{dR}{dr}\right)^2 - c\, r = 0 \quad . \quad (7)$$

d'où résulte l'intégrale particulière:

$$R + 2\,\nu = \frac{1}{2}\sqrt{c}\,.\,r^2 + c'$$

une fois la valeur de V_r donnée, l'on peut trouver à l'aide de la deuxième équation (1a), V_θ; car celle-ci peut être écrite:

$$\frac{d^2(r V_\theta)}{dr^2} - \left(\frac{1}{r} + \frac{V_r}{\nu}\right)\frac{d(r V_\theta)}{dr} = -\frac{\lambda_r\, V_r}{\nu}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad (8)$$

parce que le coëfficient de ν se réduit à:

$$\frac{1}{r}\left\{\frac{d^2(r V_\theta)}{dr^2} - \frac{1}{r}\;\frac{d(r V_\theta)}{dr}\right\}.$$

Alors, la première intégrale de (8) est donnée par:

$$\frac{d(r V_\theta)}{dr} = r\, e^{\frac{1}{\nu}\int V_r dr}\left\{C - \int\frac{\lambda V_r}{\nu}\;.\; e^{-\frac{1}{\nu}\int V_r dr}\;.\; dr\right\} \quad . \quad . \quad . \qquad (9)$$

Si cette équation permet de calculer V_θ, on est aussi à même de calculer la pression après avoir trouvé w de l'expression (4).

Une grande difficulté consiste en ce qu'on ne sait pas choisir la valeur de ν; car les valeurs, qui résultent des expériences faites, n'ont pas d'importance pour l'atmosphère. C'est pourquoi je me borne ici au cas jusqu'à présent examiné dans la météorologie; savoir que la friction fait naître une force, laquelle au moins au voisinage de la surface terrestre est proportionelle à la vélocité. A l'aide d'un examen très-simple (voir SPRUNG, Lehrbuch der Meteorologie) on s'est formé une idée de la grandeur de cette constante. Les équations de mouvement sont dans le cas considéré:

$$\left.\begin{aligned} \frac{1}{\varrho}\,\frac{\partial p}{\partial r} &= -\,V_r\frac{dV_r}{dr} + \frac{V_\theta^2}{r} - \lambda V_\theta - K V_r \\ 0 &= -\,V_r\frac{dV_\theta}{dr} - \frac{V_r V_\theta}{r} + \lambda V_r - K V_\theta \\ \frac{1}{\varrho}\,\frac{\partial p}{\partial z} &= -\,V_r\frac{\partial w}{dr} - w\frac{\partial w}{dz} - g \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \qquad (1\,b)$$

L'expérience a fait voir que la vélocité verticale est généralement très-petite, c'est pour cela, que j'ai omis le terme, qui se rapporte à la force de friction dans cette direction.

Tandis qu'il suit de la seconde équation (1b):

$$V_\vartheta = \frac{1}{r} e^{-\int \frac{Kdr}{V_r}} \left\{ C + \lambda \int r e^{\int \frac{Kdr}{V_r}} \right\}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9b)$$

on peut facilement déduire de la première et troisième, d'une même manière qu'auparavant, l'équation différentielle pour V_r; savoir:

$$\frac{d^2R}{dr} - \frac{1}{r} \cdot \frac{dR}{dr} - \frac{1}{R} \cdot \left(\frac{dR}{dr}\right)^2 + \frac{cr^2}{R^2} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Pour trouver la solution générale j'ai introduit une nouvelle variable en posant:

$$\frac{dR}{dr} = \frac{dR}{dx} \cdot \frac{dx}{dr} \; ; \text{ douc } \frac{d^2R}{dr^2} = \frac{d^2R}{dx^2} \cdot \left(\frac{dx}{dr}\right)^2 + \frac{dR}{dx} \cdot \frac{d^2x}{dr^2} \cdot$$

La substitution donne alors:

$$R \left[\frac{d^2R}{dx^2} - \frac{1}{R} \cdot \left(\frac{dR}{dx}\right)^2\right] \left(\frac{dx}{dr}\right)^2 + \frac{dR}{dx}\left(\frac{d^2x}{dr^2} - \frac{1}{r} \cdot \frac{dx}{dr}\right) + \frac{cr^2}{R} = 0.$$

En choisissant:

$$\frac{d^2x}{dr^2} - \frac{1}{r} \cdot \frac{dx}{dr} = 0$$

qui mène à:

$$x = ar^2 + b, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

l'équation se réduit à:

$$\frac{d^2R}{dx^2} - \frac{1}{R}\left(\frac{dR}{dx}\right)^2 + \frac{c}{4\,a^2\,R} = 0.$$

Omettant le troisième terme, l'intégration donne: $\frac{dR}{dx} = mR.$

Admettant m comme variable, il reste à résoudre :

$$R \frac{dm}{dx} + \frac{c}{4\, a^2\, R} = 0,$$

donnant :

$$m = \frac{A}{R} \sqrt{R^2 + \frac{c}{4 A^2 a^2}}$$

où A est une constante.

Enfin la solution de :

$$\frac{dR}{dx} = A \sqrt{R^2 + \frac{c}{4 a^2 A^2}}$$

est donnée par :

$$R = \frac{1}{2\, A} \left\{ e^{Ax} - c^{-Ax} \cdot \frac{c}{4\, a^2} \right\}.$$

Une forme plus commode est :

$$R = A\, s\, h\, x,$$

et la relation entre les trois constantes suit de l'équation différentielle, qui donne :

$$R = \frac{\sqrt{c}}{2\, a}\, sh\,(ar^2 + b) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad (11)$$

Ayant égard aux équations (4), (6) et (9b) et substituant $u = \frac{K}{\sqrt{c}}$, on trouve pour les valeurs des composants de la vélocité :

$$w = -\, z \sqrt{c}\ .\ ch\,(ar^2 + b) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad (12)$$

$$V_r = \frac{\sqrt{c}}{2\, a} \cdot \frac{1}{r}\, sh\,(ar^2 + b) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad (13)$$

$$V_\vartheta = \frac{1}{r} \cdot Th^{-\mu} \frac{1}{2} (ar^2 + b) \left\{ \frac{\lambda}{a} \int Th^{\mu} \frac{1}{2} (ar^2 + b)\, d\, \frac{1}{2} (ar^2 + b) + C \right\} \qquad (14)$$

Pour le calcul de la pression, il faut se rappeler le choix de w, et l'équation (1b) donne alors:

$$\frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial z} = -cz - g$$

d'où:

$$p = -\frac{1}{2}cz^2 - gz + F(r) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

La fonction $F(r)$ est sujette à:

$$F(r) = \int \left(-V_r \frac{dV_r}{dr} + \frac{V_\theta^2}{r} - \lambda V_\theta - K V_r\right) dr \quad . \quad . \quad (15a)$$

„*Voilà donc la démonstration, que dans les suppositions faites ici, on n'est plus libre à choisir la vélocité*".

Par exemple Mr. le Dr. F. Pockels (Meteorologische Zeitung 1893) a proposé de choisir:

$$\frac{\partial w}{\partial z} = \gamma\left(1 - \left(\frac{r}{r_0}\right)^n\right)$$

où γ, r_0 et n représentent des constantes, d'où suivrait:

$$\frac{dR}{dr} = -\gamma\left(r - \frac{r^{n+1}}{r_0^n}\right).$$

Facilement on peut s'assurer de l'impossibilité de cette relation en substituant dans l'équation (10).

Dans les équations précédentes le système direct de coördinées était supposé. En appliquant les résultats trouvés au mouvement de l'air dans les cyclones, il faut choisir les composantes de la vélocité d'une telle manière, que V_r et V_θ soient négatives et qu'en outre w soit positif. Quant au choix de V_r et w il suffit de prendre $\sqrt{c} < 0$, tandis que V_θ devient négative par une admission propre de C. Quant à la grandeur des constantes Mr. le Dr. Sprung (Lehrbuch der Meteorologie, e. a. p. 149) donne des exemples qui prouvent que λ, K et $\sqrt{c}$ sont du même ordre de grandeur; par

exemple on peut prendre, pour simplifier (14), $\mu = 1$ ou 2 ce qui donne:

$$\mu = 1 \quad ; \quad V_\theta = \frac{1}{r}\, cth\, \frac{1}{2}\,(ar^2 + b)\left[\frac{\lambda}{a}\ \mathrm{Log}\,[1 + ch\,(ar^2 + b)] + C_1\right]$$

$$\mu = 2 \quad ; \quad V_\theta = \frac{1}{r}\, cth^2 \frac{1}{2}\,(ar^2 + b)\left[\frac{\lambda}{2a}(ar^2 + b) - \frac{\lambda}{a} Th\, \frac{1}{2}(ar^2 + b) + C_2\right]$$

En prenant pour a une valeur positive et pour b une valeur négative, on peut faire disparaître la vélocité radiale à une distance finie du centre. Selon l'opinion de Mr. HELMHOLTZ il y a dans l'atmosphère des surfaces de discontinuité. Ici existe la possibilité d'une telle surface. Dans ce cas le cylindre intérieur, avec rayon $\sqrt{-\frac{b}{a}}$, possède une plus petite vélocité ou est en repos; la vélocité de l'air extérieur est partout tangentielle à cette surface.

Naturellem nt on doit considérer, qu' à une certaine distance du centre les équations perdent leur signification.

Il est suffisamment connu que les cyclones tropiques montrent une région de tempête et qu'à l'intérieur de cette région il y a à peu près repos; en vérité le changement de vélocité d'un côté à l'autre est très-subit.

Les relations, ci-haut trouvées, ne suffisent pas sous tous les rapports, il est donc nécessaire de faire d'autres suppositions que jusqu'à cette heure. En tout cas j'éspère avoir démontré qu'on peut arriver de cette manière à une solution de la question difficile en faisant des suppositions simplifiantes.

Natuurkunde. — De Heer HAGA biedt namens den Heer P. G. TIDDENS te Groningen voor het Verslag der Vergadering een opstel aan getiteld: „*Opmerkingen over de proeven van Fomm omtrent de golflengte der X-stralen.*"

In de October-aflevering van den jaargang 1896 van WIEDEMANN'S Annalen komt een artikel voor van L. FOMM, waarin eene methode aangegeven wordt ter bepaling van de golflengte der RÖNTGEN-stralen. FOMM handelt hierbij op de volgende wijze: de stralen van een Hittorf'sche buis vallen op een 0.5 mM. breede spleet, vervolgens op een tweede (buigings-) spleet, waarvan de opening varieert tusschen 0.1 en 2 mM. en ten slotte op eene photographische plaat. Het zoo door FOMM verkregene beeld was het geometrische beeld der

tweede spleet, vertoonde echter maxima en minima van lichtsterkte, welke hij interferentie-strepen noemt.

Deze proeven zijn door mij herhaald, alleen met dit onderscheid, dat, in plaats van eene Hittorf'sche, een focus-buis gebruikt werd. Bij de eerste opnamen was de eerste spleet 0.5 mM., de tweede 0.14 mM., de afstand der beide spleten 200 mM. terwijl de photographische plaat op verschillende afstanden, tusschen 200 en 500 mM. van af de tweede spleet, geplaatst werd. In alle gevallen vertoont het beeld in het midden een minimum, ter weerszijden daarvan een maximum, waarvan de intensiteit naar de grens van het beeld toe afneemt. Meer dan deze twee maxima te krijgen is me, ook bij de volgende proeven, niet gelukt. Om iets meer aangaande dit verschijnsel gewaar te worden werd de opname in tweeën gesplitst. Bij het eerste gedeelte werden evenals vroeger twee nauwe spleten gebruikt; de eene helft der photographische plaat was echter door lood tegen de inwerking der X-stralen beschut, bij het tweede gedeelte werd de buigings-spleet tot 9 mM. verwijd door een harer randen op zij te schuiven, terwijl de andere rand op zijn plaats bleef en nu natuurlijk het tot nu toe beschutte gedeelte der plaat aan de inwerking werd blootgesteld en het reeds bestraalde bedekt. Door deze inrichting komt dus het beeld der nauwe spleet in 't verlengde van de éene grens van dat der wijde spleet; het eerste vertoonde weer een minimum in zijn midden, begrensd door de beide maxima; het tweede had een maximum dicht bij elk zijner randen, welke maxima naar die randen toe uitloopen; overigens is het beeld, althans bij goed gekozen richting der spleten ten opzichte van de buis, gelijkmatig. Het opmerkelijkste echter van deze opname is het feit, dat het maximum van het beeld der nauwe spleet, dat ligt naar den kant, waar bij het tweede gedeelte der opname de spleet verwijd werd, zich in het verlengde bevindt van het maximum, dat in de breede spleet bij den vasten rand behoort, terwijl het andere maximum der nauwe spleet in het beeld der wijde spleet niet te bespeuren valt.

Nog duidelijker werd dit alles toen de eerste spleet van 0.5 m.M op 0.28 mM. werd teruggebracht.

Uit het verschijnsel valt de volgende conclusie te trekken: de randen van de tweede spleet zijn de oorzaken der beide maxima, die in het beeld optreden en steeds op eenigen afstand van de grens van het beeld blijven. Denkt men zich nu de spleet vernauwd, dan wordt het beeld smaller, de maxima naderen elkaar, vallen dan bij zekere wijdte der spleet samen om vervolgens over mekaar heen te grijpen. Is deze laatste toestand bereikt, dan is dus het linker-

maximum van het beeld afkomstig van den rechter spleetrand en omgekeerd. Tusschen deze beide maxima bevindt zich dan eene lijn van geringe intensiteit. Onverschillig wat nu ook de plaats der gevoelige plaat zij, het beeld zal, behalve het breeder worden, steeds hetzelfde karakter vertoonen.

Uit bovenstaande volgt, dat de waargenomen maxima geheel andere wetten volgen dan de buigingsmaxima van lichtstralen en dat dus de bewering van Fomm omtrent de maximum-grootte der golflengte, afgeleid uit het voorkomen van een eerste minimum, geen recht van bestaan heeft.

Het bovenbedoelde voortdurend nauwer maken der spleet kan als 't ware in eens gebeuren door gebruik te maken van een spleet van wigvormige gedaante. Ik plaatste daarom in de breede spleet een spits toeloopend reepje platina; hierdoor ontstonden dus 2 driehoekige spleten. Inderdaad stemmen de hiervan verkregen beelden, wat het gedrag hunner maxima betreft, met het boven beweerde overeen, daar in beide beelden het snijpunt der maxima zeker was aan te wijzen en in het eene beeld zijn ze verder dan hun snijpunt ook nog aanwezig.

De oorzaak van het ontstaan der beide maxima is dus zeker wel de belangrijkste vraag, die zich bij deze proeven voordoet. We hebben reeds gezien, dat ze samenhangen met den rand der spleet; de vorm van den rand doet echter niets ter zake. Dit bleek door achtereenvolgens in het midden der breede spleet, door 3 mM. dikke koperen platen gevormd, te plaatsen een cilindervormig metaal staafje en een rechthoekig stuk platina, 0.15 mM. dik; in beide gevallen deden zich bij de nieuwe spleetranden dezelfde verschijnselen voor als vroeger. Dit bewijst al dadelijk dat de maxima niet ontstaan door tegen de randen der spleet gereflecteerde stralen.

Sagnac (Comptes Rendus Nov. 1896) wil de door Fomm waargenomen maxima verklaren uit de ongelijkmatige intensiteit der X-bron. Had deze laatste plaatsen van maximale intensiteit, dan zouden deze inderdaad maxima in het beeld veroorzaken; met het wijder worden der spleet zou dan echter ook de breedte der maxima toe moeten nemen, wat niet het geval is. Verder heb ik, met het oog hierop, de bron in ware grootte gephotographeerd, door midden tusschen bron en gevoelige plaat een platina-scherm met zeer kleine opening te plaatsen; het zoo verkregen beeld is vrij wel cirkelvormig, met een middellijn van bijna 2 mM. en is, wat zijn intensiteit betreft, homogeen.

De door Sagnac gegeven verklaring gaat dus in ons geval niet door.

Het onderzoek omtrent het ontstaan der maxima en hunne eigenschappen wordt door mij voortgezet.

Deze proeven zijn genomen in het physisch laboratorium der Rijks-Universiteit te Groningen.

De vergadering wordt gesloten.

(10 Maart 1897).

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN TE AMSTERDAM.

VERSLAG VAN DE GEWONE VERGADERING DER WIS- EN NATUURKUNDIGE AFDEELING

van Zaterdag 27 Maart 1897.

Voorzitter: de Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUIJZEN.
Secretaris: de Heer J. D. VAN DER WAALS.

Het Proces-Verbaal der vorige zitting wordt gelezen en goedgekeurd.

Ingekomen zijn:

1°. Missiven van de Heeren C. A. J. A. OUDEMANS en MARTIN, dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen.

2°. Missive van den Minister van Koloniën als antwoord op een verzoek der Afdeeling om ter inzending op de tentoonstelling te Brussel geologische werken in leen te mogen ontvangen. De Minister deelt mede dat behalve van de werken van VERBEEK over Krakatau, Java en Madura geen exemplaren meer beschikbaar zijn. Naar aanleiding van dit schrijven deelt de Voorzitter mede dat nog door het Bestuur in overleg met de Geologische Commissie zal overwogen worden in hoever aan het plan eener inzending voor de tentoonstelling te Brussel kan gevolg gegeven worden.

3°. Een programma van het Congrès d'Hygiène et de Climatologie médicale de la Belgique et du Congo te Brussel te houden van 9 tot 14 Augustus 1897. — Wordt voor de leden ter inzage gelegd.

Ingekomen is vanwege den Minister van Binnenlandsche Zaken, ingevolge de bevelen van Hare Majesteit de Koningin-Weduwe-Regentes, de kennisgeving van het overlijden van H. K. Hoogheid de Groot-Hertogin van Saksen-Weimar-Eisenach, geboren Prinses Sophia der Nederlanden.

De Voorzitter neemt het woord en zegt:

Met groot leedwezen ontving de Akademie de mededeeling van het smartelijk verlies dat het Koninklijk Huis heeft getroffen, een verlies dat ook door het Nederlandsche volk diep wordt gevoeld; want hoewel H. K. H. Prinses Sophia al sedert jaren Nederland had verlaten, deelde zij toch in al het lief en leed van ons volk en mocht dit vele bewijzen van Hare hooge belangstelling ontvangen.

De Kon. Akademie van Wetenschappen brengt aan de nagedachtenis der ontslapene Vorstin hare dankbare en eerbiedige hulde, en betuigt haar diep medegevoel in den rouw onzer Vorstinnen.

Verder is ingekomen het bericht van het overlijden van het lid der Akademie CHARLES MATHIEU SCHOLS.

Naar aanleiding van dit bericht zegt de Voorzitter het volgende:

Door den dood van hare buitenlandsche leden TISSERAND, GYLDÉN, DU BOIS REYMOND en WEIERSTRASS heeft de Akademie in den laatsten tijd gevoelige verliezen geleden, een niet minder groot verlies voor de wetenschap hebben wij in engeren kring te betreuren door den dood van onzen SCHOLS. Bij de lijkbaar sprak ik reeds eenige woorden van afscheid aan hem die ons zoo plotseling was ontvallen, maar ook in deze vergadering, waarvan hij zoo lang een sieraad was, wil ik met een kort woord zijne groote wetenschappelijke verdiensten herdenken.

Reeds als student deed SCHOLS de grootste verwachtingen van zich koesteren en in 1874, korten tijd nadat hij de Polyt. School had verlaten, zond hij aan onze afdeeling eene verhandeling over de fouten in het platte vlak en in de ruimte, die met groote waardeering werd beoordeeld, en waardoor SCHOLS dadelijk eene eerste plaats innam in de rij der beoefenaars van de waarschijnlijkheidsrekening. Spoedig daarna bood hij voor de werken der Akademie eene tweede verhandeling aan over de interpolatie-formule van TCHEBYCHEF, die eveneens van zijn scherpen mathematischen blik getuigenis gaf.

Tijdens het schrijven van die verhandelingen was SCHOLS leeraar in het landmeten en waterpassen aan de Kon. Mil. Akademie te Breda, waar hij voor zijn onderwijs een zeer gewaardeerd leerboek schreef. Hij bleef daar echter niet lang, daar zijn leermeester en vriend COHEN STUART hem trachtte te verbinden aan de Polyt. School, waarbij hij dan ook in 1878 tot hoogleeraar werd benoemd, aanvankelijk voor het onderwijs in de wiskunde, de geodesie en het landmeten, later alleen

voor het onderwijs in laatstgenoemde vakken. Ook de leden der Akademie, die SCHOLS' verdiensten konden beoordeelen, stelden er hoogen prijs op hem in ons midden te zien en in 1880 mochten wij hem als ons medelid begroeten.

Eene reeks van belangrijke verhandelingen heeft hij sedert uitgegeven, voor een groot deel in onze werken, en hoofdzakelijk aan geodetische onderwerpen gewijd. Over de berekening van afstand en azimut uit lengte en breedte, over de aansluiting van een driehoeksnet van lagere orde aan een van hoogere orde, over kaartprojectiën, over het gebruik van de Mercatorprojectie bij de berekening van eene triangulatie in de nabijheid van den equator, waartoe de ontworpen driehoeksmeting van Sumatra hem aanleiding gaf, enz.

SCHOLS beperkte zich echter bij zijne studiën niet tot de geodesie. Over de waarschijnlijkheidsrekening bezitten wij van zijne hand, behalve de beide reeds genoemde verhandelingen, nog een drietal mededeelingen over verschillende belangrijke onderdeelen van de foutenwet, uitgegeven in de Annales de l'Ecole Polytechnique de Delft en in de geschriften van onze Akademie. Van zijne meer zuiver mathematische geschriften vermelden wij alleen zijne onderzoekingen over eene halfconvergeerende reeks, die o. a. in de leer der straalbreking een hoofdrol vervult, en eene mededeeling over de fouten in de logarithmen-tafels; terwijl zijne werkzaamheid op het gebied der ingenieurs-wetenschappen zich doet kennen uit het belangrijke aandeel in de uitgave van het leerboek der waterbouwkunde en uit een uitvoerig onderzoek aangaande de doorbuigende en afschuivende krachten bij spoorwegbruggen.

Deze reeks van geschriften, hoe talrijk zij ook zijn, doen ons echter slechts een deel van de werkzaamheid van SCHOLS kennen; als een niet minder belangrijk deel wijzen wij op zijne voorbereiding en leiding der graadmeting van Nederland.

Toen SCHOLS in 1881 tot lid der Rijkscommissie voor graadmeting en waterpassing was benoemd, waren de metingen van het driehoeksnet voor een goed deel door STAMKART voltooid. Kort daarop ontviel ons echter die bij zijn hoogen leeftijd nog zoo krachtige en werkzame man, en werd SCHOLS aangewezen om zijn werk voort te zetten. Aanvankelijk beperkte zich dit tot verkenningen in het Noord-Oosten en het Oosten van

ons land, maar de omvang van die werkzaamheden werd zeer uitgebreid toen in het begin van 1886 de regeering de noodige gelden had toegestaan om eene geheel nieuwe triangulatie van Nederland te volbrengen, en in 1888 de regeering den wensch had uitgesproken, aan de primaire driehoeksmeting driehoeksmetingen van lagere orde toe te voegen ten dienste van eene betere regeling van het in vele opzichten gebrekkige kadaster.

Schols wijdde zich geheel aan dien arbeid. Op uitnemende wijze ontwierp hij daarvoor een volledig plan, en, bijgestaan door jonge door hem gevormde ingenieurs, begon hij een tiental jaren geleden met de terreinwerkzaamheden.

Met eene nauwgezetheid en zorg, die tot de kleinste bizonderheden afdaalde, regelde en leidde hij alles, en in ons laatste jaarverslag konden wij mededeelen dat de primaire driehoeksmeting voor de grootste helft voltooid is; onnoodig is het er bij te voegen, dat de juistheid der uitkomsten niets te wenschen overlaat.

Met het oog op de voortzetting van deze onderneming is de dood van Schols een ontzettend verlies, gelukkig heeft hij echter alles zoo goed ingericht en voorbereid, dat althans voorloopig op de door hem gelegde grondslagen kan worden voortgebouwd, en dat, als ook een ander zijn werk zal voltooien, de graadmeting van Nederland toch het werk zal blijven van onzen Schols.

Wat ons dadelijk treft in alles wat Schols heeft tot stand gebracht, en wat ook in den omgang met hem sterk op den voorgrond trad, was de onweerstaanbare drang, men zou het haast kunnen noemen de hartstocht, die hem beheerschte, om steeds zooveel mogelijk tot de waarheid te naderen. Nimmer rustte hij voor hij dit doel had bereikt en hij heeft daardoor aan al de uitkomsten, tot welke hij geraakte, zulk eene betrouwbaarheid gegeven, dat men ze altijd zonder nader onderzoek als de best mogelijke kan aannemen.

Men zou meenen dat, waar een man op zulk eene wijze zoo veel en zoo velerlei heeft gewrocht, zijn arbeid, hoe goed ook in menig opzicht, toch de sporen zou dragen van eene zekere haast of gejaagdheid. Bij Schols is dit echter geenszins het geval. Integendeel al zijne verhandelingen en mededeelingen en zijne talrijke berekeningen munten uit door eene

volledigheid en sierlijkheid in vorm, die ze ook in dit opzicht tot voorbeelden maakt. Geen woord of geen getal te veel of te weinig; zijne bewijzen en ontwikkelingen zijn alle zoo eenvoudig en tevens zoo volledig mogelijk, en ontmoet men nergens gedeeltelijk overtollige beschouwingen, nergens mist men ook eene opheldering van een twijfelachtig punt. En bij dezen voortreffelijken vorm, een gevolg van het volkomen meesterschap van Schols over de door hem behandelde onderwerpen, wist hij vaak de meest nauwkeurige uitkomsten in verrassend eenvoudigen vorm te kleeden.

De dood van zulk een man op een leeftijd, waarop men nog zooveel van hem kon verwachten, is een groot verlies; zeker in de eerste plaats voor ons Nederlanders, die hem het naast stonden, maar ook voor de wetenschap in het algemeen, want Schols was een der eerste mannen in zijn vak, en aan zijne geschriften wordt ook in het buitenland hooge waarde toegekend.

Wij, die Schols nader kenden, betreuren echter niet alleen in hem den man van wetenschap, maar ook den voortreffelijken mensch. Bij zijne groote geestesgaven bezat hij een geestkracht en plichtbesef, die eerbied afdwongen. IJdelheid en zelfzucht waren hem onbekend, en wat hij deed, deed hij altijd voor de wetenschap of voor anderen, nimmer voor zich zelven.

Zulke mannen zijn zeldzaam, en waar zij van ons heengaan wijden wij hun eene eerbiedige hulde en blijven wij hen met weemoed herdenken.

Aardkunde. — De Heer Verbeek doet eenige mededeelingen „*Over de geologie van Bangka en Billiton*".

Beide eilanden, die samen de helft van de grootte van Nederland beslaan, zijn opgebouwd uit dezelfde gesteenten. Men vindt er eene *sedimentairformatie* van waarschijnlijk *paleozoïschen ouderdom*, bestaande uit zandsteenen, kwartsieten, kleischiefers, kiezelschiefers en enkele andere gesteenten, die eene buitengewone dikte bereikt, en *granieten* die door deze lagen zijn gebroken, ze op het contact soms belangrijk hebben veranderd en ook gangvormig in de sedimenten optreden. Deze gesteenten worden tot eene hoogte van 30 en 40 meter boven zee bedekt door horizontale lagen van los zand en klei, die grootendeels van *kwartairen* ouderdom zijn, ofschoon de onderste lagen der valleien, die het tinerts bevatten, wellicht nog *plioceen* kunnen wezen. Aan de mondingen der rivieren en aan de zeekust vindt men, als jongste *alluviale of recente* vormingen, klei, zand en koraalkalk, slechts weinig boven den hoogwaterstand der zee verheven.

De granieten bevatten eene uiterst geringe hoeveelheid tinoxyd, en geven daardoor het bewijs, dat in de diepere gedeelten der aarde, waaruit de graniet in gesmolten toestand opsteeg, tinverbindingen aanwezig waren. De onderzoekingen over de wijze waarop dit tinoxyd in de granieten bevat is, zijn nog niet afgesloten, maar het schijnt dat slechts een klein gedeelte er van als tinsteen is uitgekristalliseerd, het grootste gedeelte chemisch gebonden voorkomt en wel plaatsvervangend voor kiezelzuur.

De eigenlijke *tinertsvorming* is van lateren datum; het erts komt duidelijk gangvormig voor, samen met kwarts en ijzerverbindingen in dunne snoertjes op de voegvlakken der lagen, echter ook in aderen van den graniet; en als impregnatie's in graniet en zandsteenen, en dan altijd ook met kwarts en ijzerertsen. Een dezer impregnatie's, die rijk aan tinerts was, trad op in graniet die geen tinerts bevatte, en geeft ten allerduidelijkste aan dat dit tinerts afgezet is *na* vastwording van den graniet.

De tinertsgangetjes zijn van geringe afmetingen en meestal arm aan tinerts. Het bovenste gedeelte dezer gangen, dat nu door verweering en afspoeling verdwenen is, moet echter veel dikker en rijker aan tinerts geweest zijn dan de nog voorhanden diepere gedeelten, omdat zeer groote blokken kristallijn tinerts, tot 1000 kilo zwaarte, en kwartskristallen tot $^1/_3$ meter lengte in lossen toestand gevonden zijn. Onder de tinertsblokken komen duidelijke gangstukken voor, door platte vlakken begrensd en soms symmetrisch opge-

bouwd, zoodat aan vroeger voorhandene dikkere ganggedeelten niet getwijfeld kan worden. Deze groote ertsstukken en kwartskristallen zijn waarschijnlijk door eene zeer langdurige verdamping van vloeistoffen aan de oppervlakte gevormd. Doordat de meeste lagen zeer steil staan (70°—90°) hebben de voegvlakken ook eene groote helling en konden de vloeistoffen of gasvormige verbindingen, die langs de voegvlakken naar boven kwamen, hun gehalte aan metaalverbindingen nabij de oppervlakte afzetten, de vloeistoffen door eenvoudige verdamping, de dampen (tinchloride) door ontleding met waterdamp. Fluor schijnt op Bangka en Billiton geen belangrijke rol gespeeld te hebben, omdat de gesteenten in de onmiddellijke nabijheid zeer frisch, onverweerd zijn, en fluorhoudende mineralen, zooals topaas en turmalijn, betrekkelijk zeldzaam zijn. Vloeispaat wordt zelfs geheel gemist.

Van deze gangen en impregnatie's is het tinerts afkomstig, dat men soms nog in de verweerde korst van het gesteente zelf, soms op den bodem van oude geulen der oppervlakte, kwartaire rivierbeddingen, aantreft. In het eerste geval is het erts weinig of niet verplaatst; op den bodem der valleien werd het gebracht door een *zeer zacht* watertransport, omdat alle groote rolsteenen in de kwartaire lagen ontbreken. De ertslaag der valleien rust altijd onmiddellijk op het vaste gesteente, (graniet, of sedimentaire lagen) en wordt overdekt door afwisselende lagen zand en klei, die op Bangka tot 16 meter, op Billiton tot 11 meter dikte bereiken, maar gewoonlijk dunner zijn.

Na verwijdering der opliggende lagen wordt de ertslaag afzonderlijk uitgegraven; de dikte dezer laag is gewoonlijk niet grooter dan 0.30 tot 0.50 meter, zelden tot 1 meter; zij bestaat voor het allergrootste gedeelte uit kwartsdeeltjes, vermengd met tinertskorreltjes. De kwarts wordt door wassching verwijderd, het erts daarop eenvoudig met houtskool versmolten, waarbij een zeer zuiver tin verkregen wordt. De eenige verontreiniging is ijzer, dat in alle tinertsen aanwezig is, hetzij mechanisch bijgemengd in den vorm van zeer kleine magnetietdeeltjes, hetzij als ijzeroxyd in de krystallen zelf. Alleen de zeer lichtkleurige soorten, zooals sommige lichtgele ertsen, bevatten geen ijzeroxyd.

Spreker geeft ten slotte een overzicht van de hoeveelheid tin, die de twee eilanden bevat hebben, en bemerkt daarbij dat de cijfers voor den nog voorhanden voorraad zeer onzeker zijn, daar zij ten deele berusten op eene schatting van hetgeen door verdere boringen nog gevonden kan worden.

Aardkunde. — De Heer Verbeek spreekt *„Over glaskogels van Billiton"*.

In de kwartaire of hoogstens pliocene tinertslagen van Billiton zijn enkele afgeronde glaskogels gevonden, met groeven en putjes op de oppervlakte. Zij zijn rond of langwerpig en niet grooter dan 8 centimeter, gewoonlijk zelfs veel kleiner. De kogels bestaan uit een compact glas dat in handstukken donkerzwart, in dunne scherven groenachtig bruin is, en dat in scheikundige samenstelling het vulkanische glas obsidiaan nabij komt; de meeste obsidianen bevatten echter 72—75 pCt. kiezelzuur, het Billiton-glas slechts 71 pCt. De allermeeste obsidianen zwellen bij verhitting bloemkoolachtig op en gaan over in puimsteen, het Billiton-glas smelt zeer moeilijk en dan zonder opschuiming. Terwijl de obsidianen bijna altijd rijk zijn aan groote en kleine kristallen, mikroliethen en zwarte haren (trichieten), is het glas der Billiton-kogels uiterst zuiver, nagenoeg zonder interpositie's. In mikroskopische praeparaten ziet men slechts uiterst zelden een enkelen mikrolieth, alleen talrijke, maar zeer kleine bruine korrels of blaadjes, die waarschijnlijk de bruinachtige kleur van het glas veroorzaken; het glas zelf is in dunne plaatjes nagenoeg ongekleurd.

Sommige schrijvers (van Dijk, Wichmann) houden deze lichamen voor obsidiaan; andere (de Groot) voor tinslakken, waarmede ze echter, noch chemisch, noch mikroskopisch eenige overeenstemming bezitten.

Het zonderlinge gegroefde en gekraste uiterlijk der glaskogels beschouwt spreker niet als oorspronkelijk, maar als te zijn ontstaan door eene bijzondere wijze van afschuring en uitknaging in de ertslaag, waar hun rollend vermogen door de omringende kwarts- en tinertsdeeltjes zeer beperkt was, en waar ze door deze deeltjes, die tengevolge van de zachte strooming van het rivierwater of van de werking van eb en vloed der zee in beweging waren, werden gekrast en uitgeknaagd. Dat de kogels vroeger grooter waren, blijkt uit enkele steeltjes, die gedeelten eener vroegere, eveneens gegroefde oppervlakte dragen; de meeste dezer steeltjes zijn afgebroken.

Dergelijke gesteenten zijn ook van andere plaatsen bekend geworden. Men heeft er enkele aangetroffen in tuflagen van waarschijnlijk kwartairen ouderdom, aan de westzijde van den leucietvulkaan Moeriah in de residentie Djapara op Java; dan in de goudmijnen van Pleiari en in de diamantputten van de Tanah laut, beide in het zuidoostelijk gedeelte van Borneo, en weder in kwartaire afzettingen.

Verder behooren hiertoe de „bouteillesteenen" van Bohemen (ook moldaviet en pseudochrysolieth genoemd), die eveneens uit een zuur glas bestaan; zij zijn meestal lichter groen en platter dan de Billiton-kogels, maar vertoonen op de oppervlakte dezelfde groeven en putjes. De herkomst dezer steenen, die in diluviale lagen voorkomen, is nog onbekend. Sommigen houden ze voor natuurlijke vulkanische gesteenten, anderen voor kunstprodukten.

Eindelijk zijn dergelijke glaskogels ook in Australië gevonden, op ver van elkaar verwijderde punten, gedeeltelijk in de vlakte, gedeeltelijk in goud- en tinmijnen, 2800 voet boven zee en soms 30 voet onder de oppervlakte, dus blijkbaar ook in kwartaire lagen, maar altijd toevallig in streken waar wijd en zijd geen vulkaan bekend is. Eenige dezer kogels zijn beschreven door STELZNER in Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1893, p. 299.

Al de genoemde glaslichamen liggen dus in kwartaire of wellicht reeds pliocene lagen en behooren dus niet tot de tegenwoordige, maar tot eene vroegere periode. Van geen hunner is de herkomst bekend.

Spreker keert nu terug tot de glaskogels van Billiton. Vulkanen bevatten Bangka, Billiton en de omliggende eilanden niet. Evenmin komen op Billiton gangen van obsidiaan voor, waarvan de kogels afkomstig zouden kunnen zijn. De naastbijgelegen vulkanen van Sumatra en Java liggen 400 tot 450 kilometer van Billiton verwijderd, en om projectielen zóó ver uit te werpen, daartoe zouden onwaarschijnlijk groote werpsnelheden noodig geweest zijn. Bovendien hebben de Indische vulkanen geen glasgesteenten geleverd, die met het glas der Billiton-kogels overeenkomen. Daardoor is ook de mogelijkheid buitengesloten dat ze drijvend (b.v. opgesloten in puimsteenstukken) op Billiton gekomen zijn; het glas wijkt daartoe te veel af van alle bekende vulkanische glasgesteenten en de kogels zijn dus van de Indische vulkanen zeker niet afkomstig.

Om ze toe te schrijven aan een onderzeeschen vulkaan gaat ook niet aan. De zee rondom Billiton is zeer ondiep, meestal niet dieper dan 20 vadem (36 meter) en uit de talrijke dieptecijfers der zeekaart blijkt dat nergens een onderzeesche kegel bestaat. Bovendien zoude een dergelijke onderzeesche vulkaan waarschijnlijk geheel dezelfde stoffen geleverd hebben als de gewone vulkanen. En ten derde helpt ons die verklaring niet voor de glasgesteenten van Bohemen en van het binnenland van Australië.

Kunstprodukten kunnen het al evenmin wezen; daar de lichamen in de ertslagen voorkomen, die minstens van kwartairen ouderdom zijn, zoude men met produkten van kwartaire menschen te doen hebben, waarvan tot nog toe op Bangka en Billiton nergens eenig

spoor ontdekt is; zij zouden met de glasfabrikatie bekend moeten geweest zijn, en voor hun produkten juist een buitengewoon moeilijk smeltbaar mengsel uitgekozen hebben. Het eene is al even onwaarschijnlijk als het andere.

Daar hiermede de aardsche bronnen voor deze lichamen uitgeput zijn, blijft er, volgens spreker, niets anders over dan aan te nemen, dat ze van *buitenaardschen* oorsprong zijn. Ze wijken echter zoozeer af van de meteorieten, dat ze dan zeker een anderen oorsprong dan deze lichamen hebben, en daardoor wordt het ook waarschijnlijk dat ze niets te maken hebben met vuurkogels, vallende sterren en kometen.

Door de groote overeenstemming die onze verschillende glaskogels onderling vertoonen, en die voor hen alle duidelijk op één en dezelfde bron wijst, zijn zij ook niet te beschouwen als afzonderlijke stofdeeltjes, die op zich zelf een loopbaan om de zon beschreven, en zóó dicht tot de aarde naderden dat ze door dit lichaam werden aangetrokken en op aarde vielen. In die laatste gevallen zou men bovendien verwachten de glaskogels, evenals de meteorieten, van tijd tot tijd nog te zien vallen, terwijl wij hier blijkbaar met een verschijnsel te doen hebben dat in de kwartaire periode plaats had en daarna ophield.

De eenige mogelijkheid is daarom, volgens spreker, dat die lichamen uitgeworpen zijn door de vulkanen van de maan. De werkzaamheid der maan die in vroegere perioden, blijkens de talrijke grootere en kleinere kratertjes, zeer belangrijk geweest is, is tegenwoordig zeer gering, en dit zou geheel in overeenstemming zijn met het optreden der glaskogels in lagen eener vroegere periode.

Een lichaam dat door de maan wordt uitgeworpen met eene snelheid v, zal niet meer op de maan terugkeeren, indien $v = \sqrt{2gr}$; hierin is g de versnelling der zwaartekracht op de oppervlakte der maan, en r de straal van de maan; $g = 1.61$, en $r = 1742000$ meter, waaruit volgt: $v = 2368$ meter, eene snelheid die maanuitwerpselen zeer wel bezeten kunnen hebben en waarschijnlijk niet grooter is dan de snelheid der Krakatau-uitwerpselen van 1883. Tegenstand der lucht behoeven wij hier niet in aanmerking te nemen, omdat de maan geen atmosfeer bezit [1]).

Maar al komt een dergelijk uitwerpsel niet meer op de maan terug, daarom komt het nog niet op aarde terecht. De maan beweegt zich om de aarde, en het uitgeworpen projectiel bezit dus

---

[1]) Om het punt te bereiken waar de aantrekking van maan en aarde gelijk is, is reeds eene iets kleinere snelheid, namelijk $v = 2316$ meter, voldoende.

behalve de werpsnelheid ook nog de snelheid die de maan in de richting der raaklijn aan haar baan heeft. Zoodra het lichaam zich zóóver van de maan verwijderd heeft, dat het door de maan minder sterk aangetrokken wordt dan door de aarde, begint het een meer of minder door de maan gestoorde kegelsnede om de aarde te beschrijven, die naar de verschillende richting en werpsnelheid een ellips of een hyperbool kan zijn; om op de aarde te vallen moet het een ellips van zoodanige afmetingen zijn dat het perigeum van die ellips binnen het lichaam van de aarde, of ten minste binnen de atmosfeer der aarde valt. Hiertoe is eene zeer bepaalde verhouding tusschen de richting en de werpsnelheid noodig en daardoor kan slechts een zeer klein gedeelte van de door de maan uitgeslingerde stoffen op aarde komen [1]). Bij de betrekkelijk geringe snelheid die noodig is om maansteenen tot de aarde te werpen, zouden wij die steenen zeker zeer veelvuldig op aarde aantreffen, indien de maan ten opzichte van de aarde stilstond. Zij zijn echter zóó zeldzaam, dat alle tot nog toe bekende glasgesteenten van Bohemen, Billiton en Australië samen slechts eenige honderden of hoogstens duizenden kilogram wegen; zij vormen dus werkelijk het zeldzaamste gesteente op aarde, nog zeldzamer dan de meteorieten, en dit is daarmede in overeenstemming, dat slechts een zeer klein gedeelte van de maanuitwerpselen op de aarde terecht komt.

Onder de Australische glaskogels vond Stelzner een hollen kogel, die zoo licht was dat hij op water dreef. Daar de straal van dien kogel 20 millimeter bedraagt, het soortelijk gewicht van het glas op 2.45 te stellen is, kunnen de wanden van dien kogel ruim 3 millimeter dik geweest zijn om juist in water te zweven; het gewicht van het lichaam bedraagt dan 34 gram. De onderste helft van den kogel is echter blijkens de door Stelzner gegeven figuur 2 millimeter meer afgesleten dan de bovenste helft, de wanden waren dus vroeger waarschijnlijk 5 en, omdat de bovenste helft ook afgeschuurd is, misschien meer millimeter dik. Prof. van de Sande Bakhuijzen heeft bovendien uitgerekend dat een dergelijk licht lichaam door den tegenstand der lucht eene zeer belangrijke vertraging ondervindt. Komt een maanprojectiel, bij het punt waar de aantrekking van maan en aarde gelijk is, aan met eene snelheid van ongeveer 0, dan zal het aan de grens onzer atmosfeer aankomen met eene snelheid van ongeveer 11000 meter, welke snelheid echter reeds in de hoogste lagen der atmosfeer sterk zal afnemen, zoodat

---

[1]) Men vergelijke: W. Olbers, Sein Leben und seine Werke, Band I, Gesammelte Werke. Abhandlung N°. 11 „Ueber die vom Himmel gefallenen Steine”.

bij eene spanning der lucht van 15.68 millimeter kwik de snelheid reeds tot 100 meter is gedaald, terwijl de snelheid waarmede het lichaam de aarde bereikt niet veel van 32 meter zal verschillen. Bij deze snelheid en bij het vallen op een zachte onderlaag, zooals fijn zand, kan de holle kogel den schok zeker wel uitgehouden hebben zonder te breken, vooral als men in aanmerking neemt dat de wanden vroeger dikker en dus sterker waren dan nu. Het voorkomen van een hollen kogel onder de uitwerpselen is dus geen bewijs tegen de afstamming van de maan.

Ten slotte behandelt spreker nog de onderzoekingen van J. J. LANDERER (Comptes rendus CIX, p. 360 en CXI, p. 210), die den polarisatiehoek van de grauwe gedeelten van de oppervlakte der maan en van verschillende aardsche gesteenten bepaalde, waaruit hem bleek dat de polarisatiehoek voor de maan het meest overeenkomt met dien voor vitrophyr, waaruit LANDERER de gevolgtrekking maakt dat een groot gedeelte van de maansoppervlakte uit zure glasgesteenten bestaat. Het eenige wat men dus van de petrografische hoedanigheid der maan weet, wijst op zure glasgesteenten, hetgeen weder een steun is voor spreker's hypothese, dat de glaskogels van de maan afkomstig zijn.

Spreker houdt dus de zonderlinge glasgesteenten van Bohemen, Billiton, Java, Borneo en Australië, zoolang de aardsche bron voor hen niet wordt aangewezen, waartoe volgens hem weinig kans bestaat, voor produkten van maanvulkanen, voor maansteenen, uitgeworpen in de kwartaire of misschien reeds in de pliocene periode.

Spreker eindigt met een hartelijk woord van dank aan den Voorzitter, Prof. H. G. VAN DE SANDE BAKHUIJZEN, voor de groote hulp, die hij bij dit onderzoek van hem heeft mogen ondervinden.

Eene opmerking van den Heer HOOGEWERFF en een vraag van den Heer J. A. C. OUDEMANS worden door den spreker beantwoord.

Dierkunde. — De Heer HOFFMANN spreekt „*Over de teleneuronen in het netvlies van Leuciscus rutilus*" naar aanleiding van onderzoekingen van den Heer A. G. H. VAN GENDEREN STORT te Haarlem, en biedt uit diens naam de volgende mededeeling voor het verslag der vergadering aan.

Nadat de methode van GOLGI in 1875 voor het eerst door den Italiaanschen histoloog bij het zenuwstelsel aangewend, met grooten ijver door verschillende geleerden van naam toegepast was, was het RAMON Y CAJAL, die voor het eerst deze methode stelselmatig op

de retina der vertebraten toepaste, haar wijzigde en deze onderzoekingen neerlegde in zijn bekend werk.

Hij is de eerste geweest, die de Gerlachsche leer van de verbinding van de zenuwcellen door een netwerk stelselmatig heeft bestreden en eene neuronenleer in het leven heeft geroepen.

In deze leer n. l. wordt de zenuwcel als een afzonderlijk individu beschouwd, dat alleen door contact met een andere zenuwcel, een ander individu in verbinding treedt.

Het netvlies zou dus opgebouwd zijn uit drie neuronen, waarvan het *distale neuron* bestaat uit cellichaam (korrel) met staafje of kegel als protoplasma-uitlooper en een ascilinder zich centripetaal voortzettende en in contact komende met de protoplasma-uitloopers van het *tweede neuron*, de bipolaire-cel, waarvan de ascilinder weder op zijne beurt in contact komt met de protoplasma-uitloopers van de gangliencel in de gangliencellenlaag, welke gangliencel met haren zich hersenwaarts begevenden ascilinder het derde of *proximale neuron* vormt.

Als ontdekker van de belangrijke veranderingen die plaats grijpen in de protoplasma-uitloopers van dit eerste neuron, kwam het mij gewenscht voor dit nog eens in zijn geheel te toetsen aan nieuwe onderzoekingen. Noodig was het echter eene methode te vinden, waardoor men preparaten kon verkrijgen, die duurzaam waren en ook door anderen konden beoordeeld worden. Moge de impregnatie-methoden de neuriten van dit eerste neuron meer gedetailleerd in hare ware gedaanten vertoonen, de protoplasma-uitloopers (staafjes en kegels) van dit neuron vertoonen niet die gedaanten, welke men o. a. verkrijgt bij het gebruik van zwakke salpeterzuur-oplossingen. Tot dit middel heb ik dus weer mijn toevlucht genomen, waarna het mij gelukt is de netvliezen te harden, te kleuren en te snijden in zeer fijne coupes. Eene methode, waarop ik later zal terugkomen, evenals op de oude methode het hakken van het netvlies, dat ook voor isoleer-preparaten groote voordeelen heeft.

Door bizondere omstandigheden werd ik genoodzaakt voorloopig hoofdzakelijk onder de visschen als proefdier te gebruiken *Leuciscus rutilus*, behoorende tot de orde der physostomen. Nu is het zeker niet gemakkelijk om maximale kegelrekking en ophooping van pigment in de pigmentcellen te verkrijgen. Verschillende invloeden doen zich daarbij gelden; niet alleen het ontbreken van eenig licht, maar ook vooral, zooals mij herhaalde malen gebleken is, oefent de temperatuur grooten invloed uit.

Heeft men nu een geschikt netvlies, dat door deze ontlasting van pigment de staafjes-kegellaag meer geschikt maakt voor onderzoek,

dan vindt men, dat bij Leuciscus rutilus slechts voorkomen één soort kegels en één soort staafjes. De fijne dunne knotsvormige staafjes zijn oneindig veel talrijker dan de kegels, die niet op alle plaatsen in even groot aantal in dit netvlies voorkomen. De kegelcel (kegelkorrel) is rond en bevindt zich *op* de membrana limitans externa; zij is veel grooter en geheel anders van vorm dan de staafjescellen (staafjeskorrels), die zich in groot aantal *onder* de m. l. e. bevinden en uitsluitend in de uitwendige korrellaag voorkomen.

Hoewel omhuld door het contractiel protoplasma van den kegel, blijft de kegelcel steeds op haar plaats en schijnt niet gemakkelijk kleurstoffen op te nemen, wat bij de staafjeskorrels wel het geval is. Dit contractiel protoplasma, lang in 't donker, kort in het licht, verbindt kegelcel met opticusellipsoid, welk opticusellipsoid eene eivormige gedaante heeft. Hieraan met tamelijk breede basis verbonden zit een conisch flink dik buitenlid dat met opticusellipsoid uitermate geschikt is om bij rekking of contractie bossen staafjes op zijde te dringen en wegen te openen, waar het pigment zich in massa, zoowel centripetaal als centrifugaal gemakkelijk kan voortbewegen.

Voorts is deze kegelrekking hier ook zeer grillig; sommige kegels worden lang en naderen de pigmentcellenlaag, andere blijven zelfs geheel terug in de nabijheid der m. l. e.

Aan deze zijde van de m. l. e. gaat het protoplasma, door de kegelcel omhuld, over in eene dunne doch toch nog krachtige streng, die in rechte lijn door de staafjescellen heenloopende, met een breeden voet op de volgende laag eindigt.

De kegelneuronen zijn in alle opzichten veel krachtiger en sterker gebouwd, dan de oneindig veel talrijker staafjesneuronen.

Deze staafjesneuronen hebben hunne cellen in 3 à 4 lagen boven elkander gelegen in de zoogenaamde uitwendige korrellaag. De cellen (korrels) zien er uit als dikke spoeltjes met een haar geheel opvullende groote kern, die bizonder gemakkelijk kleurstof opneemt. Naar beneden gaat het spoeltje over in een korteren of langeren draad, die volgens Ramon y Cajal knopvormig eindigt in de uitloopers van zekere aan de staafjes behoorende bipolaire cellen.

De lengte van dezen draad hangt af van de ligplaats van de cel in de korrellaag. Naar boven gaat er van het spoeltje een dito draad uit, die door de m. l. e. heengaande zich vasthecht aan een zeer fijn, dun en betrekkelijk kort staafje, dat vrij naar boven op verschillende hoogten rond eindigt en een lensvormig lichaam bevat op de plaats, waar de draad zich aan het staafje vasthecht. Dit lensvormig lichaam heeft eene andere lichtbreking en neemt, even-

als het opticus-ellipsoid van den kegel meer kleurstof op dan de omgevende deelen, vooral bij een netvlies, dat aan het licht onttrokken is geweest. Ook bij laatstgenoemden draad hangt de lengte af van de ligplaats van het staafje in de staafjeskegellaag en de daarbij behoorende cel (korrel) in de uitwendige korrellaag. De studie van deze neuronen bij de gewervelde dieren kwam mij zeer gewichtig voor, voorloopig bied ik u deze onderzoekingen aan als voortzetting van mijne vroegere en als begin van nieuwere.

Natuurkunde. — De Heer HAGA biedt voor het verslag der vergadering een opstel aan van den Heer J. W. GILTAY te Delft, getiteld: *„Het polariseeren van telefonische ontvangers"*.

In de Verslagen en Mededeelingen van de Natuurkundige Afdeeling dezer Akademie, 2de Reeks, Deel XX, heb ik onder bovengenoemden titel een opstel gegeven over de rol, die door de ladingsbatterij bij den telefonischen condensator en door den permanenten magneet bij de telefoon wordt vervuld.

Ik heb daarin aangetoond, dat een condensator zonder ladingsbatterij en een telefoon zonder permanenten magneet alle geluiden een octaaf te hoog weergeeft en dat daardoor de klinkers verdwijnen of veranderen en het geluid onverstaanbaar wordt.

Daar de microfonen die men tegenwoordig kan verkrijgen veel beter zijn dan die, waarmee ik mij in 1883 voor mijn onderzoek moest tevreden stellen, heb ik eenigen tijd geleden mijn proeven nog eens herhaald en daarbij eenige verschijnselen gevonden, die mij vroeger ontgaan waren.

Als microfoon gebruikte ik thans een gewijzigden Hunnings-transmitter, den zoogenaamden „Hunnings cone-transmitter"; deze werd met den primairen draad van een inductieklosje, zooals dat in de telefonie in gebruik is, en 2 kleine Tudor-accumulatoren verbonden. Om onnoodige verwarming van de microfoon te voorkomen, bleef deze leiding slechts zoo lang gesloten als er geluid voor de microfoon werd gemaakt; was er een proef afgeloopen, dan werd door 't uithalen van een stop de leiding verbroken. De secundaire draadeinden van het inductieklosje waren met 2 lijnen verbonden, die naar het andere station voerden. De ladingsbatterij bestond uit 30 kleine Leclanché-elementjes.

Met het herhalen mijner vroegere proeven door middel van bovengenoemde microfooninrichting vond ik nu dat sommige condensatoren ook zonder ladingsbatterij verstaanbaar konden spreken.

Ik heb bij deze proeven ruim een twintigtal condensatoren van

zeer uiteenloopenden vorm met verschillend isoleermateriaal gebruikt, maar er ten slotte maar vier van behouden. Zij bestonden alle uit velletjes bladtin van 6 × 12 cM., de isoleering bestond:

bij No. 1 uit gewoon postpapier.
„ „ 2 „ paraffine- of waspapier.
„ „ 3 „ enkel paraffine.
„ „ 4 „ mica.

De condensator No. 1 gaf, ook bij de sterkste telefonische ladingen, volkomen dezelfde resultaten die ik in mijn vorig opstel heb beschreven. Ik liet op een stemfluitje voor de microfoon blazen en kon, door een knop los te laten, de ladingsbatterij buiten werking stellen. Onmiddellijk bij het loslaten van den knop werd de toon zeer duidelijk een octaaf hooger, en zoodra ik den knop weer neerdrukte kwam hij weer op de vroegere hoogte terug. Het spreken in de microfoon kwam totaal onverstaanbaar uit den ongepolariseerden condensator. Ik liet een verhaaltje, dat mij onbekend was, voorlezen en meende uit een paar bladzijden *een* woord te verstaan, het woord „gekerm". Het bleek mij later ook dat dit woord in het voorgelezene voorkwam. Men kan dus zonder van overdrijving beschuldigd te kunnen worden beweren, dat deze condensator onverstaanbaar sprak. De verandering van het verstaanbaar spreken in het onverstaanbaar spreken geschiedde onmiddellijk bij het loslaten van den drukknop; het geluid werd ook weer dadelijk verstaanbaar bij het neerdrukken van den knop. De verandering van O in A ging zeer goed: Obrocodobro werd duidelijk Abracadabra.

Ook de condensator No. 2 liet de octaafproef met het stemfluitje zeer duidelijk hooren, even goed als No. 1 dat deed. Toen ik echter wat liet voorlezen voor de microfoon bemerkte ik, dat het geluid, bij het supprimeeren der ladingsbatterij, wel plotseling verzwakte en ook veel leelijker werd, maar dat men toch met eenige oefening en door zeer oplettend te luisteren ongeveer alles van hetgeen werd voorgelezen kon verstaan en volgen. Natuurlijk liet ik weer wat voorlezen dat mij onbekend was.

Ik behoef nauwelijks te zeggen, dat deze waarneming mij zeer bevreemdde. Immers, men zou na die proef met de stemfluit verwachten dat ook alle andere geluiden een octaaf verhoogd zouden worden bij het buiten werking stellen der ladingsbatterij. En toch bleek uit het verstaanbaar spreken van dezen condensator zonder

30

ladingsbatterij dat die toonverhooging bij het gesprokene woord niet plaats vond, daar men anders niets zou hebben kunnen verstaan.

Daar dit zonderlinge verschijnsel zich bij condensator No. 1, waarvan de isolator uit postpapier bestond, niet voordeed, lag het voor de hand de verklaring te zoeken in een werking van of in den isolator.

De oorzaak van het verschijnsel ligt m. i. in het indringen der telefonische ladingen in den isolator, waardoor de condensator na het ophouden van het potentiaalverschil in den inductieklos nog eenige lading behoudt of terugkrijgt.

Wij zullen eenvoudigheidshalve de lading van den condensator positief noemen, wanneer de even blaadjes positief zijn geladen en de oneven negatief.

Nemen we aan, dat ten gevolge van het spreken voor de microfoon de inductor op een zeker oogenblik een *sterke positieve* lading naar den condensator zendt. Een gedeelte dier lading zal dan in de blaadjes paraffinepapier dringen. Wanneer er nu een oogenblik later een *zwakke negatieve* lading naar den condensator gaat, dan zal het positieve ladingsresiduum van den vorigen inductiestoot tegenover die zwakke negatieve lading de rol van een permanente (polariseerende) lading vervullen. Wanneer nu deze negatieve lading den condensator bereikt, dan zal die lading *niet* ten gevolge hebben, dat de blaadjes tin zich weer naar elkaar toe bewegen (wat voor het verkrijgen der octaaf noodzakelijk is) maar zij zal alleen een vermindering der positieve residueele lading veroorzaken, waardoor de blaadjes zich uit elkaar zullen bewegen.

Dit ladingsresiduum vervult hier dus geheel dezelfde rol als de permanente lading van den condensator door een batterij [1]).

Bij de stemfluitproef hebben we een heel ander geval. Daar zijn alle opeenvolgende ladingen, behoudens verschil van teeken, volkomen aan elkaar gelijk, en de tijd, die tusschen 2 elkaar volgende ladingen verloopt, is steeds dezelfde. Is nu de eerste lading bv. positief, dan zal daarvan een klein gedeelte in het paraffinepapier dringen en, nadat de impulsie in de lijn heeft opgehouden, als ladingsresiduum achterblijven. Komt er nu een volgend oogenblik een even groote negatieve lading op den condensator, dan zal deze de residueele positieve lading omkeeren, dus in een negatieve veranderen. Er zal dus bij aankomst dezer negatieve lading weer een beweging der blaadjes naar elkaar toe plaats vinden en bijgevolg zal de condensator 2 geheele trillingen maken terwijl de microfoon er slechts 1 maakt.

---

[1]) Vergel. mijn opstel p. 89—90 en p. 92.

Daar dus een geluid van constante intensiteit en toonhoogte een octaaf hooger uit den niet-gepolariseerden condensator No. 2 komt, mag men ook verwachten dat de klinker O, met constante intensiteit en toonhoogte voor de microfoon uitgesproken of gezongen, een octaaf hooger, dus als A, door den ongepolariseerden condensator No. 2 zal worden gereproduceerd. De juistheid dezer onderstelling werd door de proef volkomen bevestigd. Nog duidelijker dan door het uitspreken van den enkelen klinker O werd dit bewezen door het woord Obrocodobro voor de microfoon uit te spreken: dit kwam duidelijk als Abrocodobro uit den condensator. Bij de aankomst der ladingen van den eersten klinker O was de condensator nog niet door de telefonische ladingen gepolariseerd, vandaar dat de eerste klinker een A werd, terwijl de volgende klinkers O bleven. Toen ik voor de microfoon liet zingen, was het verschil in toonhoogte, bij het al of niet gebruiken der ladingsbatterij, zeer twijfelachtig. Met condensator No. 1 daarentegen werd het gezongene duidelijk een octaaf hooger, zoodra de batterij buiten gebruik werd gesteld.

Dat indringen der lading zal bij condensator No. 1 vermoedelijk wel even goed plaats vinden als bij No. 2, maar door de gebrekkige isoleering van het postpapier van No. 1 zal de positieve ingedrongen lading van de eene bekleeding zich zeer spoedig door het papier heen verbinden met de negatieve van de andere bekleeding, zoodat de condensator vrij wel ontladen zal zijn op het oogenblik dat in den inductor het potentiaalverschil heeft opgehouden te bestaan. De volgende lading zal dus een niet-gepolariseerden condensator vinden. Condensator No. 2 spreekt zonder ladingsbatterij wel verstaanbaar maar het geluid is toch veel minder fraai dan 't bij het gebruik der ladingsbatterij is. De oorzaak daarvan is wel deze, dat de condensator zonder batterij alleen gepolariseerd is voor zwakke ladingen, die op sterke volgen; er zullen dus oogenblikken zijn, dat hij niet gepolariseerd is en men octaafverhooging krijgt.

Daar het verschil in de samenstelling der condensatoren No. 1 en No. 2, die zoo geheel verschillende resultaten gaven, alleen daarin bestond dat de isolator bij No. 1 uit postpapier, bij No. 2 uit paraffine- of waspapier bestond, lag het voor de hand de proeven eens te doen met een condensator, waarvan de isoleering *alleen* uit paraffine bestond. Na eenige vruchtelooze pogingen is het mij gelukt, een zoodanig toestel te maken: de blaadjes bladtin werden in gesmolten paraffine gedompeld en vervolgens opgehangen tot zij

goed afgekoeld waren, waarna ze losjes op elkaar werden gestapeld. De condensatoren van deze constructie moeten echter met groote voorzichtigheid behandeld worden, bij de minste drukking worden ze onbruikbaar.

De resultaten met dezen condensator No. 3 verkregen zijn weinig belangrijk, daar het geluid bij het supprimeeren der ladingsbatterij in de meeste gevallen te zwak was om er wat mee te kunnen doen. Ik heb met No. 3 het volgende geconstateerd:

stemfluitje: zoodra de batterij buiten werking wordt gesteld, wordt de toon een octaaf hooger. Wordt de batterij weer in gebruik genomen, dan is de toon onmiddellijk weer op de vroegere hoogte.

zingen: het schijnt mij toe, dat het gezongene een octaaf verhoogd wordt, als de batterij buiten werking wordt gesteld. Het geluid is echter zonder de batterij zoo zwak, dat het resultaat niet zeker is.

spreken: zonder permanente lading versta ik niets hoegenaamd. Een mijner helpers verstond echter een paar korte zinnen. Het geluid is zoo zwak, dat men over de articulatie niet goed kan oordeelen.

klinker O: met constante sterkte uitgesproken, schijnt A te worden, maar zeer zwak en daardoor onzeker.

Obrocodobro: schijnt Abracadabra te worden, maar zeer zwak en daardoor onzeker.

Deze condensator leert ons dus weinig.

Het is bekend, dat men het verschijnsel van het indringen der lading in den isolator in zeer hooge mate waarneemt bij een condensator, waarvan de isolator uit mica bestaat. Daar nu het verstaanbaar spreken van een condensator zonder polariseerende batterij m. i. door dat indringen der lading moet worden verklaard, maakte ik een condensator met mica-isoleering, in de onderstelling dat die nu wel zeer fraai zonder batterij zou spreken. Dat was echter volstrekt niet het geval. Toen ik dezen condensator, No. 4, met de lijn zonder batterij verbond, verstond ik, toen ik wat voor de microfoon liet voorlezen, met de grootste oplettendheid zoo goed als niets. Van een paar bladzijden, die voorgelezen werden, verstond of herkende ik alleen het woord „moeder", maar daar ik in verband met vroeger gelezen bladzijden wist, dat dat woord verscheiden malen in den tekst zou voorkomen, heeft dit herkennen niets te beteekenen. Het woord Obrocodobro kwam duidelijk als Abracadabra

uit den mica-condensator te voorschijn, bij supprimeering der ladingsbatterij.

Om dezen condensator No. 4 met de ladingsbatterij te beproeven, liet ik weer wat voorlezen voor de microfoon en begon aan den condensator te luisteren nog voor de batterij gebruikt was. Toen ik daarop, door *een kort oogenblik* op den knop te drukken, de batterij in werking stelde, sprak de condensator onmiddellijk zeer fraai. Toen ik nu den knop los liet, bleef No. 4 even mooi doorgaan met spreken. Het was echter duidelijk waar te nemen, dat het geluid geleidelijk van duidelijkheid verminderde; na ongeveer 30″ was er hoegenaamd niets meer te verstaan.

Men ziet hieruit, dat het indringen der lading bij den mica-condensator in hooge mate geschiedt. Dat des ondanks deze condensator zonder batterij niet gearticuleerd spreekt, moet m. i. in de traagheid gezocht worden waarmee het indringen en het weer uittreden der lading in de micaplaatjes geschiedt. Zooals toch uit bovenstaande proef blijkt, heeft de ingedrongen lading der batterij ongeveer 30″ noodig om het mica weer te verlaten. Het is dus zeer begrijpelijk, dat er bij de snel wisselende telefonische ladingen van een indringen van eenige beteekenis in het mica geen sprake kan zijn. Vóór een positieve lading den tijd zal gevonden hebben in het mica in te dringen, is het potentiaal-verschil in den inductieklos weer verdwenen, en een oogenblik later gaat er een negatieve lading naar den condensator.

Het verschijnsel, dat ik hierboven van No. 4 heb meegedeeld, is, naar 't mij althans voorkomt, volkomen begrijpelijk. Maar nu vertoont deze condensator nog een eigenaardig verschijnsel, waarvan ik nog geen verklaring heb gevonden.

Ik heb, regel 6 op deze bladzijde, de woorden „een kort oogenblik" cursief laten drukken. Wanneer ik nl. niet een kort oogenblik, maar gedurende eenige seconden aaneen op den knop druk en dus de ladingsbatterij gedurende dien tijd laat werken, dan geschiedt er heel wat anders. Wij beginnen natuurlijk de proef met den mica-condensator, die goed ontladen is, dus zonder eenige remanente lading. Drukken we nu op den knop, dan wordt het aan 't andere station voorgelezene zeer duidelijk verstaan Maar als men nu op den knop blijft drukken en blijft luisteren, dan neemt men waar dat het geluid hoe langer hoe onduidelijker wordt, zoo zelfs, dat het spoedig totaal onverstaanbaar is, volkomen alsof er geen ladingsbatterij meer gebruikt wordt. Laat men daarop den knop los, zoodat nu de ladingsbatterij werkelijk buiten dienst wordt gesteld, dan wordt het voorgelezene onmiddellijk zeer fraai en duide-

lijk door No. 4 teruggeven. Dit duurt echter slechts eenige oogenblikken; het geluid wordt spoedig onduidelijk en is na eenige seconden totaal onverstaanbaar.

Van dit verschijnsel kan ik nog geen verklaring geven. Dat de ingedrongen lading bij het supprimeeren der batterij zich naar de buitenoppervlakte der mica-blaadjes begeeft en daardoor den condensator nog een poosje gearticuleerd doet spreken, is begrijpelijk. Maar waarom het indringen der lading den polariseerenden invloed der batterij vermindert en dien ten slotte geheel weg schijnt te nemen, dat is mij nog niet helder.

De proef met het stemfluitje gaf hetzelfde verschijnsel. Zoodra men de ladingsbatterij in werking stelde, werd het geluid, dat eerst een octaaf te hoog was, op de juiste toonhoogte teruggebracht. Bleef men nu op den knop drukken, dan hoorde men langzamerhand het geluid een hooger karakter aannemen. Liet men daarop den drukknop los, dan werd het geluid plotseling weer een octaaf verlaagd; zeer spoedig was het echter weer hooger, evenals bij 't begin der proef, toen de batterij in 't geheel nog niet in werking was geweest.

Ik voeg hier nog bij, dat ik na deze ervaringen met No. 4, gezocht heb of er ook iets dergelijks was waar te nemen met de 3 andere nummers, maar zonder eenig resultaat.

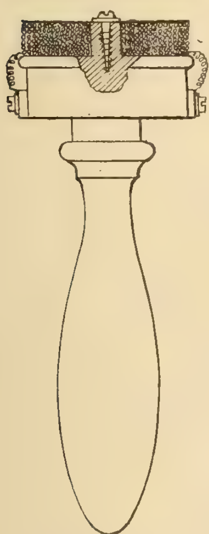
De eenige der 4 genoemde condensatoren, die zonder ladingsbatterij verstaanbaar spreekt, is dus No. 2. De isolator daarvan bestaat, zooals ik reeds meedeelde, uit was- of paraffinepapier. Dit papier is reeds meer dan 12 jaar in mijn bezit en ongelukkigerwijze kan ik niet meer vinden waar ik het vandaan heb gehaald. Ik heb reeds een groot aantal condensatoren met allerlei stoffen als isolator gemaakt, maar het is mij nog niet gelukt een stof te vinden, die zoo geschikt is om het verschijnsel in kwestie aan te toonen als de papiersoort, die bij het maken van No. 2 is gebruikt. Het beste resultaat verkreeg ik nog bij het gebruik van dun gutta-percha-blad; ofschoon niet volkomen zoo goed als de isolator van No. 2, kwam dit er toch heel dicht bij. Ik blijf met het zoeken voortgaan tot ik een even goed (of beter) materiaal heb gevonden als het papier van No. 2.

Wanneer men met den telefonischen condensator de Helmholtz'sche theorie van de karakteriseerende partiaaltonen der klinkers wil aantoonen, dan is het dus niet onverschillig welk materiaal men voor de isoleering van den condensator gebruikt.

Ik heb daarom naar een andere methode gezocht, om die theorie langs telefonischen weg te demonstreeren en ben er in geslaagd een manier te vinden, waarbij mislukking door een verkeerde keuze van de isoleerstof uitgesloten is.

Ik heb reeds vroeger [1]) beproefd, die theorie proefondervindelijk te bewijzen met een telefoon, maar met twijfelachtig resultaat, door het overmijdelijke remanente magnetisme van het ijzer.

Ik heb thans een telefoon geconstrueerd, die ik een electrodynamische zou kunnen noemen, waarbij het gebruik van ijzer geheel is vermeden.



Nevensgaande figuur geeft een doorsnede van den toestel op de helft der ware grootte. Hij bestaat uit een klosje van palmhout, verbonden met een handvat. De voorste flens van den klos is een schijfje mica van ongeveer 0.06 mm. dikte, dat door een geelkoperen houtschroef aan den klos is bevestigd. Op den klos bevinden zich 2100 windingen van met zijde geisoleerd koperdraad; de metaaldikte is 0.14 mm., de weerstand 230 Ohm. Bij het wikkelen is er voor gezorgd, den draad niet te strak aan te halen, zoodat de windingen tamelijk los op den klos liggen. De beide uiteinden van den draad zijn met 2 klemstukjes verbonden, waaraan een gewone telefoonsnoer is gekoppeld, die den toestel met de verdere leiding verbindt.

Gaat er nu een stroom door het klosje, dan zullen de windingen elkaar aantrekken; is de stroom veranderlijk, dan zal ook de aantrekking veranderen en de windingen zullen in beweging geraken. De aantrekking is evenredig met het vierkant der stroomsterkte; nemen we aan dat de uitslag op ieder oogenblik evenredig is met de aantrekking, dan zal de bewegingskromme, als er een stroom $c \sin. 2\pi \frac{t}{T}$ door het klosje loopt, kunnen worden voorgesteld door:

$$K_I = c^2 \sin^2 2\pi \frac{t}{T} = \frac{c^2}{2} - \frac{c^2}{2} \cos 2\pi \frac{t}{\frac{1}{2}T}$$

De klos geeft in dit geval dus een toon van den trillingstijd $\frac{1}{2}T$, dus een octaaf hooger dan den toon, die voor de microfoon is voortgebracht.

---

[1]) bladz. 95—96 van mijn opstel.

Gaat er behalve die wisselstroom nog een constante stroom a door den klos, dan is de bewegingskromme:

$$K_{II} = \left(a + c \sin 2 \pi \frac{t}{T} \right)^2 = a^2 +$$

$$+ 2 ac \sin 2 \pi \frac{t}{T} + \frac{c^2}{2} - \frac{c^2}{2} \cos 2 \pi \frac{t}{\frac{1}{2} T}$$

De klos geeft in dit geval den oorspronkelijken toon van den trillingstijd T met de zwakkere, hoogere octaaf. Deze laatste is echter bij een eenigszins sterken constanten stroom a zoo zwak, dat hij niet meer te hooren is [1]).

Zooals men ziet, moet men dus uit deze elektrodynamische telefoon alle verschijnselen kunnen verkrijgen, die de condensator met post-papier-isoleering geeft. Dit werd door de proeven volkomen bevestigd. De octaafproef met het stemfluitje en de verandering van de O in de A slaagden uitmuntend. Met de reeds genoemde batterij van 30 Leclanché-elementen sprak de klos volmaakt duidelijk: een gedeelte van een boek, met luider stemme voor de microfoon voorgelezen, kon gemakkelijk geheel worden gevolgd. Zonder batterijstroom waren er, ondanks de octaafverhooging, eenige woorden te verstaan of liever te begrijpen, maar van begrijpen van het voorgelezene was geen sprake, ofschoon de intensiteit van het geluid daarvoor zonder twijfel groot genoeg was.

Om de waarneming te vergemakkelijken, gebruikte ik somtijds ook 2 zulke klosjes, naast elkaar (parallel) in de leiding geschakeld, waarvan men er voor elk oor een hield. Men had nu het voordeel met beide ooren te hooren, daartegenover stond het nadeel echter, dat het geluid in de klosjes nu een weinig zwakker was, dan vroeger toen er maar één klos werd gebruikt. De klossen moeten met de micaflens eenigszins tegen het oor worden gedrukt om goed en gemakkelijk te kunnen waarnemen.

Bij al deze proeven, met de condensatoren zoowel als met de elektrodynamische telefoon, *maar vooral bij de laatste*, moet men er voor zorgen, zeer sterke telefonische ladingen of stroomen op te wekken. Wordt er gesproken, dan moet er iemand met een zware stem vlak voor het mondstuk van de microfoon zoo luid mogelijk spreken, zoo dicht bij het mondstuk als mogelijk is zonder het met

---

[1]) Bladz. 93 van mijn opstel.

de lippen aan te raken. Bij het gebruik van het stemfluitje geschiedde het blazen door middel van een klein trapblaasbalgje; de intensiteit van het geluid was daardoor soms wel eens wat oscilleerend, maar dat deed aan de duidelijkheid der waarneming niets af. Om de octaafverhooging met de stemfluit, of de verandering van de O in de A in den condensator goed te hooren, moet men dezen niet vlak tegen het oor houden, zoodat hij het oor afsluit, doch een weinig schuin, zoodat de ooropening b.v. naar beneden geopend blijft.

Ik maak er voorts nog opmerkzaam op, dat het wenschelijk is, bij deze proeven een heen- en terugleiding te gebruiken en geen aardgeleiding, daar men in 't laatste geval soms polariseerende stroomen of ladingen uit den grond door den sprekenden klos of op den condensator zou verkrijgen, die de juiste waarneming in den weg zouden staan.

Volgens Du Moncel [1]) heeft Ader reeds verscheiden jaren geleden met draadklosjes zonder ijzer geëxperimenteerd op telefonisch gebied. Hij schrijft daarover:

„Il est, du reste, beaucoup d'autres manières de reproduire la parole par les moyens électriques; ainsi M. Ader a pu employer à cet usage une simple bobine collée à une planchette de bois, mais à condition que les spires ne fussent pas serrées les unes contre les autres et fussent assez mobiles entre elles".

Men kan uit deze mededeeling opmaken dat Ader gearticuleerd geluid uit zulk een klos heeft gekregen. Ik betwijfel echter wel eenigszins de waarheid dezer uitspraak, voornamelijk wijl de telemicrofonische stroomen toen nog zoo heel zwak waren, vergeleken met wat we tegenwoordig kunnen voortbrengen, en ik alleen met de sterkste thans verkrijgbare telefoonstroomen het gewenschte effekt kan verkrijgen. Of er tevens een batterij-stroom door den klos werd gezonden wordt niet vermeld; de beteekenis dier batterij was toen trouwens nog niet opgehelderd.

Delft, 27 Februari 1897. J. W. GILTAY.

Plantenkunde. De Secretaris biedt voor het Verslag der Vergadering, namens den Heer C. A. J. A. Oudemans, een opstel aan, getiteld: „*Sur une maladie du Galanthus nivalis*".

Deze mededeeling zal in het verslag der volgende vergadering worden opgenomen.

---

[1]) Dumoncel, le Téléphone. 4ième Ed. 1882. p. 259.

Natuurkunde. — De Heer VAN DER WAALS geeft, namens den Heer Z. P. BOUMAN, voor het Verslag der Vergadering een overzicht van de resultaten van een proefondervindelijk onderzoek van de „*Emissie en absorptie van glas en kwarts bij verschillende temperaturen*".

§ 1. *Inleiding.*

In het artikel, handelende over warmtestraling, voorkomende in WINKELMANN's: Handbuch der Physik, spreekt GRAETZ de wenschelijkheid uit, dat een onderzoek naar de emissie en absorptie voor sommige stoffen zou worden uitgevoerd.

Zoover ik weet is een dergelijk onderzoek voor een vast lichaam alleen uitgevoerd voor cobalt-glas door G. B. RIZZO (Atti. R. Acc. di Torino. 29. 292. 1893/94), waarbij hij tot het resultaat komt, dat de emissie en de absorptie een geheel verschillend verloop vertoonen.

Op aansporen van Prof. W. H. JULIUS heb ik een dergelijk onderzoek trachten uit te voeren en meen hierin, zij 't dan ook voor slechts twee stoffen, geslaagd te zijn. De tijd, benoodigd voor de voorbereiding, en de lange duur der proeven zelf, hebben me genoodzaakt, het onderzoek niet verder voort te zetten.

§ 2. *Het stralings-meetwerktuig.*

In de Phil. Trans. van 1889 heeft C. VERNON BOYS een beschrijving gepubliceerd van zijn radiomicrometer, waarvan hij tevens de theorie volledig opstelde. Een thermo-element met zoo weinig mogelijk weerstand en een zoo klein mogelijk traagheidsmoment wordt opgehangen in een sterk magnetisch veld, dat zoo eenparig mogelijk moet zijn. Bij verwarming der eene soldeerplaats zal 't instrumentje gaan draaien om een vertikale as, welke draaiing met behulp van spiegel en schaal kan worden afgelezen. E. P. LEWIS (Astrophysical Journal. 2. p. 1—25) heeft met zeer veel moeite deze instrumentjes vervaardigd en JULIUS (Handelingen van het vijfde Nederlandsche Natuur- en Geneeskundig Congres, April 1895) heeft den vorm eene wijziging doen ondergaan. BOYS verving reeds een groot gedeelte van het thermo-element door koperdraad, terwijl de alliages staafvormig waren en aan de uiteinden van den koperdraad waren vastgesoldeerd. Prof. JULIUS was van meening, dat de vorm der alliages die van een dunnen gelijkbeenigen driehoek moest zijn, terwijl de punten der beide driehoekjes aaneengesoldeerd werden. Evenals bij BOYS wordt deze warmte-absorbeerende soldeerplaats tot een dun, met roetzwart bedekt. koperplaatje uitgebreid.

Het moet van voordeel zijn deze alliages korter te maken, mits daardoor de geleiding naar de tweede soldeerplaatsen niet in onevenredige mate grooter wordt. Ik heb getracht dit te bereiken door de alliages geheel achter 't bovengenoemde koperplaatje op te bergen. De technische bezwaren, aan de uitvoering verbonden, werden hierdoor werkelijk grooter. Het resultaat was, dat de door mij gebezigde radiomicrometer $1^1/_2$ à 2 maal zoo gevoelig was als die van Boys, terwijl de slingertijd ($3^1/_2''$) tot op een derde der waarde was gereduceerd.

De toestel bestemd tot opname van den radiomicrometer is gebouwd volgens de aanwijzingen van Prof. Julius, en bestaat uit dezelfde deelen als het daarvoor door Boys ingevoerde type. Het geheel is een in tweeën gesneden stuk koper met een vertikale cylindervormige holte om den kwartsdraad van den radiomicrometer op te nemen. Deze holte heeft eene verwijding van 5 c.M. hoogte bij $3^1/_4$ m.M. diameter om 't gedeelte van den radiomicrometer, bestemd voor inwerking van 't magnetisch veld, te bevatten. De magneet zelf staat vertikaal. Deze geheele toestel is zorgvuldig geïsoleerd voor warmtewerking van buiten af en is zoodanig gemonteerd, dat gebruik gemaakt kan worden van de voordeelen der ophanging, door Julius (Wied. Ann. 56. p. 151. 1895) beschreven, terwijl, zoo noodig, het apparaat op den steen, die den spectrometer droeg, kon worden vastgezet.

Het was verder mogelijk den radiomicrometer in het spectrum uit te schuiven in de optische as van den spectrometer en hem daarin nauwkeurig te stellen.

§ 3. *Verdere opstelling der apparaten.*

De spectrometer, dien ik kon gebruiken, was dezelfde die door Prof. Julius is beschreven in: Licht- und Wärme-Strahlung.

De arm van den spectrometer, die de radiomicrometer-inrichting voert, is vast, de andere bewegelijk en is uitgebouwd om de verschillende verwarmingsapparaten te kunnen dragen.

De toestel om de stoffen te verhitten bestond uit een cylinder van koper, 12 c.M. lang, van binnen dubbel conisch uitgehold, zoodat 't nauwste gedeelte zich in 't midden bevond. Het koperstuk was zoodanig ingericht, dat op deze plaats de plaatvormig gedachte stoffen konden worden gebracht. Om 't geheel te verwarmen werden 25 windingen van week ijzerdraad om den cylinder gelegd en hierdoor een wisselstroom gezonden, waardoor 't mogelijk was de plaatjes tot 800° te verhitten. De verwarming zelf voldeed goed

en de veranderingen in temperatuur bedroegen meestal niet meer dan 5°—10° gedurende drie of vier uur.

Om de temperaturen te kunnen meten werd een thermo-element vervaardigd, bestaande uit Platina en Platina-Rhodium (10 pCt. Rh.), in draden van 0.1 m.M. dik, welk thermo-element werd geijkt volgens de methode van BARUS (Physikalische Behandlung und Bestimmung hoher Temperaturen). De daarvoor geschikte metalen met juist bekend smeltpunt zijn weinige, maar toch is het mogelijk op deze wijze temperaturen met een nauwkeurigheid van 10° te bepalen. Om van de platen de absorptie te kunnen meten, moest ik omzien naar een daarvoor geschikte warmtebron. Ik koos ten slotte een rond stuk platina (20 mikron dik) dat zigzagswijze was uitgesneden zoodat een stroom achtereenvolgens de verschillende reepen kon doorloopen. Hoewel de emissie niet geheel constant bleek, was door herhaling der absorptie-waarneming een vertrouwbaar resultaat te verkrijgen.

Bij de proeven werd door middel van een metalen spiegel het glazen plaatje nauwkeurig op de spleet gespiegeld, zoodat ik zeker was niet een gedeelte van de warmte, door den kopercylinder uitgestraald, te meten. Achter dezen cylinder werd het platina gesteld. Het koperstuk was zoo afgewerkt dat het naar willekeur kon worden voorgeschoven of weggetrokken, zoodat ik op eenzelfde plaats in het spectrum emissie en absorptie direct na elkaar kon waarnemen. Dat dit noodig is, is duidelijk, waar vooral bij steenzoutpreparaten een instellingsfout van $^1/_4{}'$ wel is te maken.

Gedurende de proeven behoefde de waarnemer zich niet te verplaatsen, wat noodig is, wanneer men den rustigen stand van den radiomicrometer niet wil verstoren.

De proeven werden genomen in 't Natuurkundig Laboratorium der Universiteit te Amsterdam, waar de hulpmiddelen voor dit onderzoek mij in ruime mate ten dienste stonden.

Aan Prof. W. H. JULIUS betuig ik mijn dank voor het mij in gebruik afstaan van zijn toestellen.

§ 4. *Resultaten.*

De beide onderzochte stoffen waren kwarts en glas, beide in platen van 1 m.M. dikte. Het bedrag der reflectie op voor- en achtervlak der kwartsplaat werd op ongeveer 7 pCt. bepaald, door waarnemingen aan een kwartsplaat van dubbele dikte.

De emissie-krommen voor kwarts en glas vertoonen in 't algemeen een verloop als door anderen is geconstateerd bij zwarte lichamen,

n. l., gerekend van af de kleinere golflengten, een snel stijgenden tak tot aan 't maximum en een langzaam dalenden tak naar 't gebied der grootere golflengten. De maxima bevinden zich evenwel op andere plaatsen, n. l. verschoven naar den kant der grootere golflengten. Voor kwarts en glas ligt dit maximum op een verschillende plaats. Behalve de absorptie's, door koolzuur en waterdamp uitgeoefend, die de krommen deformeeren, vertoonen deze lijnen voor kwarts twee geringe inzinkingen in den stijgenden tak, terwijl in dit gedeelte de emissie-krommen van glas een vrij breede vervlakking vertoonen. De dalende takken schijnen niets bijzonders op te leveren. Het emissie-maximum (voor glas gelegen bij gemiddeld 4.6 μ, voor kwarts bij 4.9 μ) verschuift zich naar den kant der kleinere golflengten bij hooger temperatuur. Waar de waarnemingen zich uitstrekten van ongeveer $t = 200°$ tot $t = 575°$, is deze verschuiving zeer gering en zou ongeveer omgekeerd evenredig zijn met T^6, als T de absolute temperatuur voorstelt.

De absorptie voor de beide genoemde stoffen vertoont van af kleiner λ's tot 't emissie-maximum een verloop, overeenkomende met dat der emissie-lijnen; zoo zijn ook hier voor kwarts de beide genoemde inzinkingen, voor glas de vervlakking aanwezig. In de buurt van dit maximum wordt de absorptie ongeveer 100 pCt. en blijft dit.

De absorptie van de kwartsplaat bleek met de temperatuur geregeld te stijgen, hoewel weinig; die van de glasplaat daalde eerst, om bij 375° ongeveer een omgekeerden gang te vertoonen.

Het opmaken van het quotient van emissie en absorptie leverde voor kwarts geen besliste resultaten, daar op de belangrijkste punten het bedrag dezer beide grootheden zoo klein was, dat groote procentische fouten niet te vermijden waren.

Voor glas was in dit opzicht 't onderzoek meer bevredigend. Werd voor eenzelfde temperatuur bij verschillende golflengte de waarde van het quotient opgemaakt, dan verschoof 't maximum der kromme zich naar de kleinere golflengten en bleek zeer ten naasten bij te liggen op de plaats van het maximum der straling, door koperoxyde van dezelfde temp. uitgezonden. Verder bleek ook het maximum der zoo verkregen kromme met de temp. zich veel sterker te verplaatsen dan boven voor de emissie-krommen der onderzochte stoffen zelf is aangegeven. Van de zes temperaturen, waarbij glas werd onderzocht, bleek deze verplaatsing ongeveer omgekeerd evenredig te zijn met de absolute temperatuur. Ook de hoogten der maxima van de gereduceerde krommen bleken in dezelfde verhouding te staan als de maxima der stralings-krommen van koperoxyde.

Deze uitkomsten strijden tegen de meening, waartoe RIZZO naar aanleiding van zijn onderzoek kwam, dat n. l. de wet van KIRCHHOFF zou strijden tegen de experimenteele uitkomsten. Een poging om 't onderzoek van RIZZO te herhalen is mij niet gelukt, doordat ik op de plaatsen, waar hij meetbare straling constateerde (in 't lichte gedeelte van 't spectrum), geen emissie heb waargenomen bij 4—5 maal grootere spleetbreedte dan bij het bovenstaande onderzoek is gebruikt.

Voor de boekerij worden aangeboden: 1°. door den Heer J. A. C. OUDEMANS de 5de aflevering van „Die Triangulation von Java, ausgeführt vom Personal des Geographischen Dienstes in Niederländisch-Ost-Indien", en 2°. door den Heer MICHAËLIS de 2de Afdeeling van „Spoorwegbruggen over de hoofdrivieren".

De vergadering wordt gesloten.

(7 April 1897).

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN TE AMSTERDAM.

VERSLAG VAN DE GEWONE VERGADERING DER WIS- EN NATUURKUNDIGE AFDEELING

van Woensdag 21 April 1897.

Voorzitter: de Heer H. G. van de Sande Bakhuijzen.
Secretaris: de Heer J. D. van der Waals.

Het Proces-Verbaal der vorige zitting wordt gelezen en goedgekeurd.

Ingekomen zijn:

1°. Missiven van de Heeren Hoek, Hoogewerff en Bakhuis Roozeboom, dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen.

2°. Missive van den Minister van Binnenlandsche Zaken dd. 12 April 1897, inhoudende mededeeling van de bekrachtiging van H. M. de Koningin-Weduwe-Regentes van de benoeming van den Heer H. G. van de Sande Bakhuyzen tot Voorzitter en van den Heer B. J. Stokvis tot Onder-Voorzitter der Afdeeling.

3°. Missive van den Minister van Binnenlandsche Zaken, dd. 17 April 1897, inhoudende verzoek om advies over een aanvraag om voor het Tijdschrift „Janus Redevivus" rijkssubsidie te verleenen.

Dit schrijven wordt in handen gesteld van eene commissie, bestaande uit de Heeren ZEEMAN, MAC GILLAVRY en KOSTER om daarover in de volgende vergadering advies uit te brengen.

4°. Missive van den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid dd. 2 April 1897 (vergezeld van vele bijlagen), met verzoek aan de Afdeeling om haar gevoelen mede te deelen over het plan voor de samenstelling van een nieuwe geologisch-agronomische kaart van Nederland.

Dit schrijven wordt met alle bijbehoorende stukken in handen gesteld van eene commissie, bestaande uit de Heeren MARTIN, VAN DIESEN, VAN BEMMELEN, LELY en BEHRENS, om daaromtrent in eene volgende vergadering advies uit te brengen.

5°. Programma van de „Classe des Sciences de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des beaux-Arts de Belgique" voor 1898.

Aangenomen voor kennisgeving.

Natuurkunde. — De Heer HAGA biedt voor het Verslag der Vergadering aan een opstel van den Heer P. G. TIDDENS te Groningen: „*Eene methode ter bepaling van de golflengte der X-stralen*".

De gewone FRESNEL'sche buigings-verschijnselen zijn tot nog toe, wat de X-stralen betreft, niet waargenomen. Zijn deze laatste stralen werkelijk golf-bewegingen, dan moeten zich de buigings-verschijnselen natuurlijk ook hier voordoen.

Gaat men nu uit van een, door middel van 2 evenwijdige spleten, verkregen buigings-beeld van gewoon licht, b.v. één enkel minimum in het midden, begrensd door 2 maxima, dan moet het, door wijziging van de omstandigheden der proef, mogelijk zijn hetzelfde beeld met X-stralen te verkrijgen.

Door wijziging van de FRESNEL'sche formules heeft CORNU (Journal de Physique, 1874) de volgende methode aangegeven ter constructie van het beeld, dat ontstaat als licht, afkomstig van lineaire bron, een nauwe spleet passeert. Zij A de lichtbron, B de spleet en CD het scherm; (alles geprojecteerd op een vlak $\perp$ op de spleetrichtingen) het werkzame deel der lichtgolf EF is $2a$, de wijdte der spleet. Om nu na te gaan, wat er op een punt P van het scherm gebeurt, maakt CORNU gebruik van eene, door hem uit de FRESNEL'sche formules afgeleide spiraalvormige figuur.

Fig. 1.

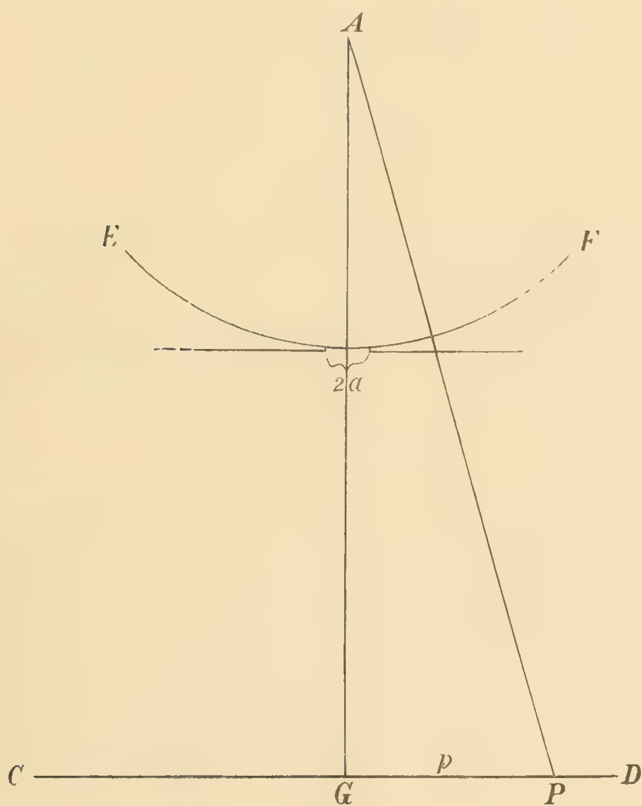
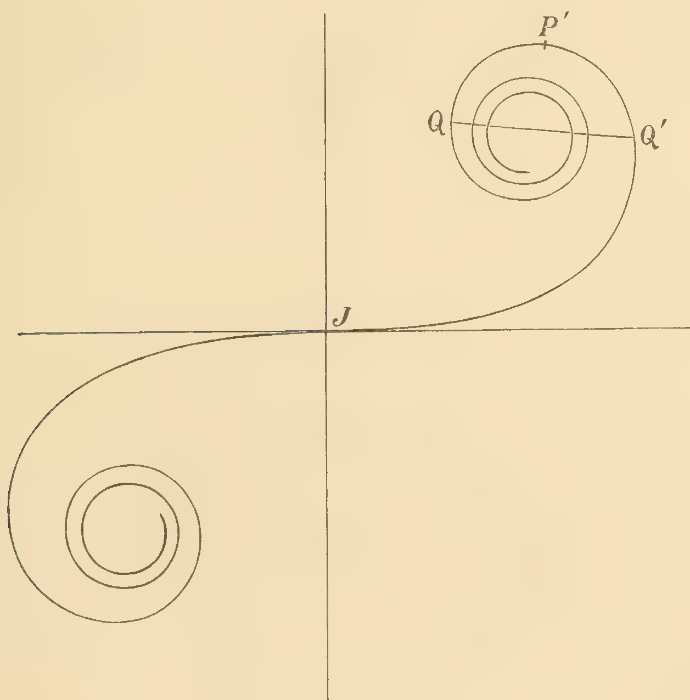


Fig. 2.



Met de plaats van het punt P op het scherm komt overeen een punt P' op de spiraal, dat, langs de spiraal gemeten, op een afstand

$$v = p \sqrt{\frac{2\,r}{(r + d)\,d\,\lambda}}$$

van J ligt, als $p = GP$, $r =$ afstand lichtbron-spleet, $d =$ afstand spleet-scherm en $\lambda =$ golflengte is.

De intensiteit in P wordt dan gevonden door ter weerszijden van P' langs de spiraal een stuk af te zetten gelijk aan

$$v_1 = \sqrt{\frac{2\,(d + r)}{r\,d\,\lambda}\,a^2}$$

zoodoende krijgt men de punten Q en Q', de vereenigingslijn waarvan voorstelt den wortel uit de intensiteit in P.

Uit bovenstaande kan nagegaan worden, welke veranderingen de afstand der spleten, zoowel als die van de 2de spleet tot het scherm en de wijdte der spleet moeten ondergaan, zal bij licht van andere golflengte een zelfde beeld verkregen worden. Gesteld, we hebben een beeld van licht van de golflengte λ, en wenschen hetzelfde te verkrijgen voor eene golflengte $\frac{1}{n}\,\lambda$. Daar de spiraal voor alle golflengten dezelfde is, moet dus allereerst het stuk v in beide gevallen gelijk zijn en natuurlijk ook p. Duiden we alles wat de eerste proef aangaat aan zonder, dat van de 2de proef met accenten, dan moet dus

$$\frac{r}{(r + d)\,d\,n\,\lambda'} = \frac{r'}{(r' + d')\,d'\,\lambda'}$$

zijn.

Gelijkheid der intensiteit vereischt:

$$\frac{(d + r)\,a'^2\,y^2}{r\,d\,n\,\lambda'} = \frac{(d' + r')\,a'^2}{r'\,d'\,\lambda'}$$

als y voorstelt de verkleining der spleet bij de tweede proef. Hoewel in deze 2 vergelijkingen 3 grootheden voorhanden zijn, die we naar willekeur kunnen veranderen, dient hierbij toch op het volgende gelet te worden. In werkelijkheid hebben we natuurlijk nooit met lineaire lichtbronnen, waarvoor de formules zijn afgeleid, te doen,

maar b.v. met spleten van zekere afmetingen, waarvan ieder punt voor ziehzelf het buigingsbeeld geeft. Bij nauwe eerste spleet en bij groote waarde van de verhouding $\frac{r}{d}$, zal het beeld weinig van dezen storenden invloed ondervinden. Anders wordt het echter als d groot wordt ten opzichte van r en dus de lichtbron door de 2de spleet vergroot op het scherm wordt geprojecteerd ; 't is duidelijk dat bovenstaande constructie hier dan niet meer mag toegepast worden.

We voeren derhalve de beperking in, dat de onderlinge verhouding van den spleet-afstand r tot die van 2de spleet en scherm d bij wijziging der omstandigheden gelijk blijve waardoor de beide overige veranderlijke grootheden door middel van de beide vergelijkingen bepaald zijn.

Van bovenstaande is gebruik gemaakt ter bepaling van de golflengte der X-stralen. Allereerst maakte ik het boven reeds genoemde beeld, één minimum begrensd door 2 maxima, met zirconium-licht onder de volgende omstandigheden: eerste spleet 0.14 m.m., $r = d = 100$ m.m., $2\,a = 0.42$ m.m. Het aannemen van $r = d$ maakt, dat, zooals direct uit de 2de vergel. volgt, de breedte der 2de spleet bij verandering van r en d steeds dezelfde blijft, daar voor $r = d$ $y = 1$ is, terwijl $n = \frac{r'}{r} = \frac{d'}{d}$.

Was nu $n = 1$ dan moeten gewoon licht en X-licht onder gelijke omstandigheden hetzelfde beeld geven, wat niet het geval bleek te zijn. Verder werd genomen $n = 4$ en $n = 15$. Geen dezer beelden was gelijk aan dat der lichtproef; het tweede had wel een minimum in zijn midden, dat echter niet zoo scherp begrensd was als dat der licht-proef en meer vloeiend in intensiteit toenam. Het eerste beeld was over zijne geheele uitgestrektheid van uniforme intensiteit, terwijl de randen gevormd werden door 2 scherp begrensde, donkerder lijnen. Het karakter van het tweede beeld is dus meer overeenkomstig aan dat van het lichtbeeld en zoo ligt dus $n = 15$ stellig dichter bij de waarheid dan $n = 4$.

Een beletsel voor geheele overeenkomst der beide diffractiebeelden zal eene groote inhomogeniteit der X-stralen zijn; in het lichtbeeld was het minimum zeer goed met rood licht en ook voor de meer breekbare stralen die het Broomzilver ontleden; eene volkomen homogeniteit der X-stralen is dus geen vereischte; toch zal, met het oog hierop, het wenschelijk zijn de RÖNTGEN-buis gedurende de proef zooveel mogelijk in gelijken toestand te houden. Binnenkort hoop ik dit onderzoek voort te zetten.

Natuurkunde. — De Heer Haga biedt voor het verslag eene mededeeling aan van Dr. C. H. Wind te Groningen: *„Over den invloed van de afmetingen der lichtbron bij* Fresnel'*sche buigingsverschijnselen en over de buiging van X-stralen*".

1. Zij gegeven een als lichtbron dienende verlichte spleetopening A, ter breedte σ, een buigende spleetopening B ter breedte s en een observatiescherm S, alle drie gecentreerd op een as, waarvan een deel a tusschen A en B en een deel b tusschen B en S valt. Gevraagd het buigingsbeeld, dat op S zal zijn waar te nemen bij bepaalde waarden van a, b, σ en s en bij gebruik van licht ter golflengte λ.

De oplossing van dit vraagstuk, voorzoover betreft de afhankelijkheid van het buigingsbeeld van a, b, s en λ, is bekend. Voorzoover ik weet werd echter omtrent den invloed der spleetbreedte σ tot dusverre weinig meer medegedeeld dan dat het buigingsverschijnsel meer en meer aan scherpte verliest, naarmate σ grooter wordt genomen, om al spoedig geheel te verdwijnen.

Moge hierdoor nu al het algemeene karakter van den bedoelden invloed worden aangegeven, zoo scheen het mij toch van gewicht meer in bijzonderheden na te gaan, welke veranderingen het buigingsbeeld moet ondergaan ten gevolge van verbreeding der spleet A.

2. Tot deze meening ben ik gekomen door de resultaten van proeven door den Heer Tiddens in het physisch laboratorium alhier genomen, onder de omstandigheden in het vraagstuk genoemd, doch bij bestraling der spleet A door een X-bron in plaats van met licht. Het scherm S was hier een gevoelige plaat, welke, ontwikkeld na langdurige bestraling, een zichtbare voorstelling van het schaduwverschijnsel aanbood.

De proeven van Tiddens, die naar het voorbeeld van Fomm e. a. waren genomen, hebben buiten twijfel gesteld, dat de verkregen schaduwbeelden *niet* waren gewone buigingsverschijnselen, zooals in de diffractie-theorie worden behandeld en (bij zeer geringe spleetbreedte σ) met licht ook werkelijk worden waargenomen, en dat dus Fomm e. a. *niet* het recht hadden om, de ontstaande beelden opvattende als Fresnel'sche buigingsbeelden, uit de gewone daarvoor geldende formules een schatting omtrent de golflengte der X-stralen af te leiden.

Op de door Tiddens vervaardigde negatieven was meestal een vrij scherp begrensde donkere band te zien, langs welks randen zich op een afstand d aan de binnenzijde een meer of minder scherp uitkomende donkerder streep vertoonde. Het feit nu, dat deze afstand d onafhankelijk was van de spleetbreedte s, daarentegen grooter

werd bij verbreeding der spleet A, deed het vermoeden bij mij opkomen, dat we hier misschien te doen hadden met het analogon van een FRESNEL'sch buigingsverschijnsel, hetwelk door verbreeding der lichtspleet was gestoord. Dit bewoog mij om in de eerste plaats na te gaan, waarin deze storing zou moeten bestaan.

3. Nadat ik door een oppervlakkige redeneering in den geest van die, welke ik aanstonds zal mededeelen, had afgeleid, dat een door genoemden invloed gestoord FRESNEL'sch buigingsbeeld (een „secundair" buigingsbeeld) bij gebruik van gewoon licht inderdaad een zelfde karakter moet bezitten als de door TIDDENS vervaardigde X-schaduwbeelden, heb ik mij van de juistheid dezer slotsom door de proef gemakkelijk kunnen overtuigen. Werkelijk behoeft men slechts de bovengenoemde parameters b. v. als volgt te kiezen: $a = 70$ cm., $b = 300$ cm., $\sigma = 0.4$ cm., $S = 0.1^5$ à 0.7 cm., en de spleet A door een zirkoonlamp, welks focus op een afstand van 5 cm. zich nog vóór de spleet bevindt, te verlichten, om een beeld te verkrijgen, dat geheel analoog is met de X-schaduwbeelden van TIDDENS. De hier opgegeven afmetingen kunnen binnen vrij ruime grenzen worden gevariëerd, zonder dat het karakter van het secundaire buigingsbeeld verandert.

Dit resultaat dringt met groote kracht de opvatting van de X-stralen als bestaande in undulaties van geringe golflengte naar voren. Ook zou theoretisch de weg ter golflengte-bepaling hierdoor geheel gegeven zijn en er thans uitzicht bestaan, dat men binnen kort tot een eenigszins nauwkeurige en onbetwistbare bepaling der X-golflengte zal geraken.

4. Thans zal ik overgaan tot het onderzoek naar den te verwachten invloed der spleetbreedte σ.

We zullen aannemen, dat het door de lichtspleet A ontstaande buigingsbeeld mag worden beschouwd als een eenvoudige superpositie van oneindig veel oneindig zwakke buigingsbeelden, ontstaande door de afzonderlijke oneindig smalle reepjes (ter breedte $d\sigma$), waarin de lichtspleet A kan worden verdeeld gedacht.

Zij de afstand van een punt op het scherm S tot de centrale lijn (de lijn evenwijdig aan de beide spleten en door de as der opstelling gaande) x en zij de intensiteit der bestraling in zulk een punt als gevolg van een enkel gecentreerd element $d\xi$ der spleet A voorgesteld door $f(x)\,d\xi$, dan zullen we de kromme, wier vergelijking is $y = f(x)$, noemen de *primaire buigingskromme* C. Een op den afstand ξ van de as zich bevindend element $d\xi$ van de lichtspleet A brengt in het beschouwde punt van S een intensiteit teweeg $f\left(x - \frac{b}{a}\xi\right) d\xi$.

De door de geheele lichtspleet A veroorzaakte verlichting wordt dus voorgesteld door

$$I_x = \int_{-1/2\sigma}^{+1/2\sigma} f\left(x - \frac{b}{a}\xi\right) d\xi = \frac{a}{b}\int_{x - \frac{b}{2a}\sigma}^{x + \frac{b}{2a}\sigma} f(x)\,dx \;.\;.\;.\; (1).$$

Stellen we nu

$$\frac{b}{a} I_x = F\left(x + \frac{b}{2a}\sigma\right) - F\left(x - \frac{b}{2a}\sigma\right) = \varphi(x) \;.\;.\;.\; (2),$$

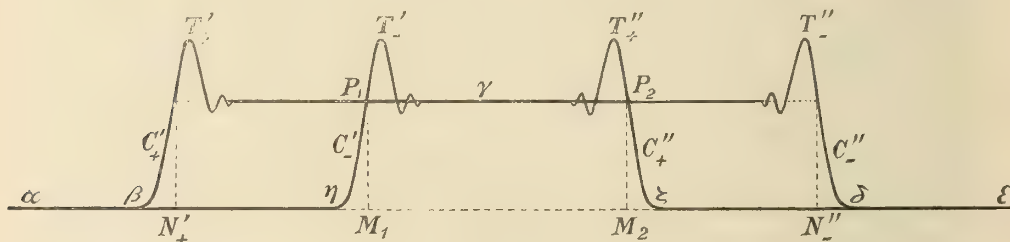
dan is

$$f(x) = \frac{d\,F(x)}{dx} \;.\;.\;.\;.\; (3)$$

en is de intensiteitsverdeeling van het werkelijk ontstaande (secundaire) buigingsbeeld geheel bepaald door den vorm der functie $\varphi(x)$. Deze functie heeft een zeer eenvoudige grafische voorstelling, samenhangende met de primaire buigingskromme C.

5. Verschuiven we de kromme C over een afstand $\frac{b}{2a}\sigma$ een maal in de richting der negatieve abscissen en een ander maal in de richting der positieve abscissen, dan krijgen we twee krommen, respectievelijk voorstellende de functies $f\left(x + \frac{b}{2a}\sigma\right)$ en $f\left(x - \frac{b}{2a}\sigma\right)$. De door de eerste verschuiving ontstaande kromme ($\alpha\,\beta\,T_+'\,\gamma\,\varepsilon\,T_+''\,\zeta\,\varepsilon$ in Fig. 1) noemen we C_+, de andere ($\alpha\,\eta\,T_-'\,\gamma\,T_-''\,\delta\,\varepsilon$ in de figuur) C_-.

Fig. 1.



Heeft men nu de beide krommen C_+ en C_- geteekend, dan zal de functie $\varphi(x)$ evenredig zijn met dat deel van het door de krommen C_+ en C_- ingesloten oppervlak, hetwelk gelegen is aan de negatieve zijde van de ordinaat, behoorende bij de abscis x, indien die deelen van genoemd oppervlak als negatief worden in rekening gebracht, waarbij de C_+-grens dichter bij de X-as ligt dan de C_--grens.

De snijpunten van de beide krommen C_+ en C_- geven ons nu aanstonds de plaats der maxima en minima in het secundaire buigingsbeeld aan.

6. Zoolang de spleet s niet zeer klein is, vertoont de primaire buigingskromme C haar grootste hoogte bij twee absciswaarden, liggende even binnen die, welke met de grenzen der geometrische schaduw overeenkomen. Van de beide deelen der kromme C_+, resp. C_-, buiten deze maxima gelegen, willen we dat deel, waarbij de ordinaat stijgt bij klimmende abscis, aanduiden als den tak C_+', resp. C_-', dat deel, waarbij de ordinaat daalt bij klimmende abscis als C_+'', resp. C_-''. De aan de genoemde maxima beantwoordende toppen van C_+ en C_- noemen we dienovereenkomstig T_+', resp T_-', en T_+'', resp. T_-'', alles naar is aangewezen in de schematische figuur 1.

Het is nu in de eerste plaats duidelijk, dat er in elk secundair buigingsbeeld een maximum moet komen, beantwoordende aan de abscis van een der punten van C_-', zoowel als van een der punten van C_+'', namelijk aan het in elk geval voorkomende snijpunt P_1 van C_-' met de kromme C_+ en het snijpunt P_2 van C_+'' met de kromme C_-. De afstand d van deze maxima tot de randen van het buigingsbeeld hangt voornamelijk af van de grootte der onderlinge verschuiving tusschen C_+ en C_-, d. i. van $\frac{b}{a}\,\sigma$. Zij blijft in elk geval gelijk, zoolang de vorm der primaire buigingsfiguur niet van karakter verandert en het snijpunt P_1 eenzelfde ordinaat behoudt.

7. *Eerste geval.* Neemt men eens voor al zekere vrij groote spleetbreedte σ en aanvankelijk ook een groote spleetbreedte s, dan zal het secundaire buigingsbeeld twee maxima vertoonen op een afstand $\frac{b}{a}\,\sigma$ binnen de „randpunten" N_+' en N_-'' (zie fig. 1) gelegen. Binnen deze maxima zal het een nagenoeg constante verlichting vertoonen (de minima en maxima, die daar voorkomen, treden geheel op den achtergrond) en er buiten langzaam tot volkomen duisternis uitvloeien. Bij vernauwing der buigende spleet (vermindering van s) ondergaat het secundaire buigingsbeeld aanvankelijk alleen deze verandering, dat het gelijkmatig verlichte deel tusschen de maxima $\frac{a+b}{a}$-maal zoo snel in breedte afneemt als de spleetbreedte s. Met name blijft de afstand der maxima tot de naastbij gelegen randpunten volkomen onveranderd.

Noemen we den afstand der maxima onderling Δ, dan is $\Delta + \frac{b}{a}\,\sigma$ de afstand van de randpunten N' en N' in het primaire buigingsbeeld, waarin deze randpunten een gemakkelijk te definiëeren betee-

kenis hebben. De „primaire” geometrische schaduw van de spleet B heeft een breedte $\frac{a+b}{a}s$, zoodat, indien

$$\frac{a+b}{a}s - \Delta - \frac{b}{a}\sigma = 2\,\delta$$

wordt gesteld, δ in het primaire buigingsbeeld de afstand is van de punten N' en N'' tot de grenzen der geometrische schaduw. Met behulp van de bekende waarden der integralen van FRESNEL of b.v. met toepassing van de spiralen, door CORNU gebruikt tot het bestudeeren der FRESNEL'sche buigingsverschijnselen, kan men uit deze δ gemakkelijk de golflengte λ bepalen.

Gaat men met de vernauwing der spleet B voort, dan zal het secundaire buigingsbeeld veranderen op een wijze, die samenhangt met de grootte van σ. Bij voldoend groote waarden van σ volgt uit de bovengenoemde methode tot het vinden der maxima verder, dat tusschen de eerste maxima, wier afstand tot den naastbijgelegen rand intusschen *niet merkbaar* verandert en die op zeker oogenblik tot samenvalling komen, kort voor deze samenvalling een duidelijk minimum zich ontwikkelt, dat daarna langzamerhand verflauwt, waarna de maxima gaan ineenvloeien. Bij de samenvalling, die plaats heeft op het oogenblik, dat de kromme C_+ en C_- elkaar in de toppen T_+'' en T_-' driepuntig aanraken, heeft het maximum een groote breedte, zich bijna onverzwakt uitstrekkende tusschen twee grenzen, die van de randpunten den van ouds bekenden afstand hebben; terwijl zij elkaar aanraken vallen n.l. de krommen C_+ en C_- voor een vrij groot deel in de buurt van het drievoudige randpunt bijna volkomen samen, zooals fig. 1 gemakkelijk doet inzien. Bij verdere vernauwing der spleet B blijft het maximum in het midden van het buigingsbeeld staan, aanvankelijk smaller wordende, doch tegelijk meer op den voorgrond komende, doch al spoedig zich weder verbreedende en eindelijk overgaande in een middenstuk van gelijkmatige verlichting. De grenzen van dit gelijkmatige deel bevinden zich steeds ongeveer op den ouden afstand $\frac{b}{a}\sigma$ thans van de verst afgelegen randpunten. Verdere complicatiën treden op, wanneer de spleetbreedte s zoo klein wordt, dat het primaire buigingsbeeld verandert van karakter.

We dienen ten slotte toe te voegen, dat het hier behandelde geval onderstelt een zóó groote spleetbreedte σ, dat de maxima in het

secundaire buigingsbeeld van het begin tot het eind slechts weinig op den voorgrond kunnen treden. Sterker worden die maxima, wanneer we de spleetbreedte σ minder groot nemen.

8. *Tweede geval.* De spleetbreedte σ wordt niet zeer klein maar toch zóó klein genomen, dat bij voortdurende vernauwing der spleet B de samenvalling van de maxima in het secundaire buigingsbeeld niet plaats heeft, voordat het primaire buigingsbeeld en dus de krommen C_+ en C_- reeds min of meer van karakter zijn veranderd, o. a. door het optreden van niet onbeduidende minima en maxima (binnenmaxima) tusschen de hoofdmaxima.

In dit geval zullen ondanks deze vormveranderingen der kromme C de snijpunten P_1 en P_2 op de takken C_-' en C_+'' vóór de samenvalling slechts geringe verschuiving ondergaan, zoodat de maxima in het tweede buigingsbeeld altijd op zeer ten naaste bij denzelfden afstand van den rand blijven. Het samenvallen der maxima geschiedt op soortgelijke wijze als bij het vorige geval. Na de samenvalling der maxima krijgen we ook nu eerst verscherping van het maximum; doch in het primaire buigingsbeeld zijn tegelijk met de versterking der binnenmaxima ook minima en maxima buiten de grens der geometrische schaduw voor den dag gekomen. Dit moet, zooals men gemakkelijk kan inzien, ten gevolge hebben, dat het samengevallen maximum zich bij verdere verkleining van s weer splitst tot twee maxima met tusschengelegen minimum. Elk dezer maxima zal weer steeds *nagenoeg* den ouden afstand $\frac{b}{a}\,\sigma$ nu tot de verste grens der („secundaire") geometrische schaduw vertoonen, daar de snijpunten P_1 en P_2 zich tusschen het hoofdmaximum (den top T) en het eerste buitenminimum op de takken C_-' en C_+'' zal blijven bevinden. Het tusschengelegen minimum, dat vrij snel ontstaat, wordt breeder, doch tegelijk minder scherp, daarna moet het nagenoeg verdwijnen.

9. Neemt men nu bij een breedte der lichtspleet A, met het tweede geval overeenkomende, de buigende spleet B niet overal even breed, doch onder een kleinen hoek van tamelijk wijd tot zeer nauw toeloopende, zoo zal het ontstaande buigingsbeeld bij één oogopslag een overzicht moeten geven van de veranderingen, die het volgens het voorgaande door vermindering der spleetbreedte s achtereenvolgens zou moeten ondergaan.

Men zal dus een buigingsbeeld moeten krijgen met twee maxima parallel aan de elkaar naderende randen loopende, welke maxima elkaar ergens kruisen, doch zich na het kruispunt eenigen tijd voortzetten. Dit verschijnsel nu zou geheel overeenkomen met het

Fig. 2.



Fig. 3.



reeds bij X-stralen geobserveerde verschijnsel; het voorafgaande kan dus gelden als een proeve tot verklaring van de X-schaduwbeelden, door FOMM, TIDDENS e. a. verkregen.

Het was echter wenschelijk te beproeven de besproken secundaire buigingsbeelden ook bij gewoon licht teweeg te brengen. Inderdaad is mij dit, zooals reeds in den aanvang is vermeld, volledig gelukt, zoodat ik buigingsbeelden met wit licht op een scherm heb kunnen waarnemen en ook heb kunnen photografeeren, die geheel het karakter der X-schaduwbeelden vertoonen.

Fig. 2 is een schematische teekening van het met licht, zoowel als met X-stralen geobserveerde buigingsbeeld, bij toeloopende spleet; fig. 3 dito bij een spleet, bestaande uit een wijd en een nauw deel.

10. De boven aangeduide theorie laat, naar het mij schijnt, een enkele moeilijkheid over, die ik tot dusverre nog niet volledig heb kunnen oplossen. Er zou n.l. uit zijn af te leiden, dat het minimum, hetwelk in het secundaire buigingsbeeld, bij voortdurende vernauwing der buigende spleet, na de kruising der twee maxima tusschen deze optreedt, op den duur weer moet verflauwen (zie boven) en eventueel overgaan in weinig sprekende maxima en minima om eindelijk geheel te verdwijnen; daarbij zouden dus ten slotte de maxima naar den buitenkant wel snel afloopen, doch naar de binnenzijde bijna onmerkbaar in elkaar overgaan. Dit geval wordt nu inderdaad dikwijls opgemerkt; doch voortgezette proeven hebben doen zien, dat onder bepaalde omstandigheden de maxima tot het einde toe *scherp* zich blijven afteekenen, zonder dat het mij tot dusverre gelukt is, hiervoor een voldoende verklaring te vinden. Doch des te meer acht ik het van belang te hebben geconstateerd, dat ook ten opzichte van dit onverklaarde feit de lichtstralen zich volkomen analoog gedragen als de X-stralen, zoodat er geen argument uit kan worden geput voor niet volkomen analogie tusschen beide; integendeel ook *dit* feit maakt de opvatting der X-stralen als bestaande in undulaties nog des te meer plausibel. Hoewel het mij nog niet geheel onmogelijk schijnt, dat bij nauwkeurige uitwerking van het boven gegeven denkbeeld ook het laatstgenoemde verschijnsel er door zou kunnen worden verklaard, acht ik het meer waarschijnlijk, dat men

een hier nog niet genoemd element in de theorie zal moeten opnemen om haar ook met dit feit in overeenstemming te brengen.

11. Ten slotte is de opmerking misschien niet geheel overbodig, dat de niet-homogeniteit der licht- of X-stralen het karakter van het secundaire buigingsbeeld niet zal kunnen verstoren. Immers zal daardoor de primaire buigingskromme *in hoofdzaak* onveranderd blijven, zoolang de buigende spleet niet al te nauw wordt genomen. De maxima in het secundaire buigingsbeeld zullen zich dus evengoed vertoonen als bij homogene bestraling; en indien de spleet A wijd genoeg is, zal de samenvalling en schijnbare kruising der maxima ook nog optreden; doch op de ontwikkeling van het minimum tusschen de maxima na de samenvalling zou misschien de heterogeniteit van invloed kunnen zijn. Daar intusschen over dit minimum blijkens het bovenstaande nog niet alles is opgehelderd, kunnen we te dien opzichte den invloed der niet volkomen homogeniteit thans nog niet vaststellen. Wat de methode tot golflengtebepaling, boven in principe aangegeven, betreft, deze zal van toepassing blijven; alleen zal men op die wijze natuurlijk slechts tot een gemiddelde golflengte komen.

Plantenkunde. „*Sur une maladie du Perce-neige* (Galanthus nivalis)". (Aangeboden door den Heer C. A. J. A. Oudemans in de vergadering van 27 Maart 1897, blz. 437).

Mr. J. S. Dijt, cultivateur de plantes bulbeuses à Texel, invoqua au mois de Février dernier l'assistance de Mr. le prof. Ritzema Bos, Directeur du Laboratoire phytopathologique à Amsterdam, à cause d'une maladie qui s'était déclarée parmi ses cultures de *Galanthus nivalis*, et cela d'une manière si intense, qu'il se trouva dans la nécessité de suspendre la multiplication de cette jolie plante, et de lui préférer une autre. Les corpora delicti furent expédiés à diverses reprises à Mr. Bos qui, après les avoir étudiés préalablement, de sa part implora mon secours pour découvrir, s'il se put, la cause du mal. Je sollicite la faveur de publier dans les Comptes-Rendus de notre Académie les résultats de mes recherches qui, quant aux points capitaux, ont été communiqués à Mr. Bos.

Commençons par nous rappeler que les premières informations relatives à une maladie du *Galanthus nivalis*, datent de 1873, et que ce furent Mrs. Berkeley et Broome qui, dans „The Annals and Magazine of Natural History" 4th S., XI, p. 346, et dans la „Grevillea" II, 139, lui vouèrent les lignes suivantes:

„*Polyactis galanthina* B. Br. Floccis sursum breviter ramosis,

fuscis; ramulis sursum incrassatis; sporis obovatis, sessilibus, e spiculis elongatis oriundis. — On bulbs of the common Snowdrop, affecting the outer coats, and very destructive. — G. F. Wilson Esq.

Spores 0.0006 — 0.0007 inch. long."

Quelques figures, représentant des hyphes conidiifères grossies, et des glomérules de conidies plus grossies encore, faisant partie de la table VIII, y furent ajoutées pour éclaircir le texte.

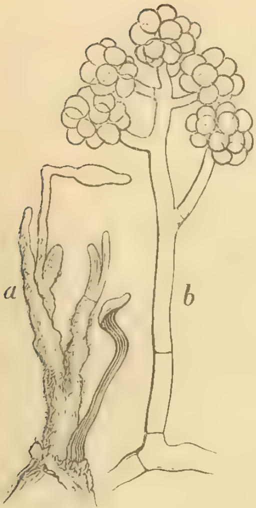
Mrs. Berkeley et Broome passent sous silence l'existence de sclérotes, et ne semblent pas avoir eu l'occasion d'examiner les parties épigées des plantes malades.

La longueur des conidies, exprimée en „inches", représente une valeur de 15 — 17^5 μ.

Il est plus que probable qu'entre 1873 et 1889 la maladie ne soit pas éclatée de nouveau en Angleterre, au moins avec tant de violence, que les cultivateurs se crurent obligés d'implorer le secours de la science pour combattre le mal. Pourtant, en 1889, de nouvelles alarmes se firent entendre, et trouvèrent une plume habile pour en faire mention dans le „Gardener's Chronicle" du 2 Mars 1889 (p. 275) en celle de Mr. Worthington Smith qui s'exprima en ces termes:

„Numerous correspondents have during the last week or two complained of, and forwarded examples of diseased Snowdrops. In several instances the disease was first noted directly after the snow suddenly melted a fortnight ago, the rotting of the Snowdrops and growth of the fungus had taken place beneath the snow, and the disease was not observed before the snow fell. The fungusgrowth was close te the ground, but in many instances it extended from the ground-line downwards well into the bulb; in a less number of examples the fungus covered all the plant above ground. In badly attacked bulbs the substance had become soft and pulpy, whilst the leaves and buds were covered with a pale brownish flocculence which ultimately became whitish."

„Under the microscope the fungus is seen to be a *Polyactis*, and I take it to be the fungus described by Messrs Berkeley and Broome in the *Annals of Natural History*, for May, 1873, as *Polyactis galanthina*, with which it agrees in the size of the spores. The original material was received from Mr. G. F. Wilson, and the fungus is described as affecting the outer coats of the bulb, and „very destructive". Perhaps Mr. Wilson will kindly give us his experience".



Botrytis galanthina B. Br.
a. Plante malade, beaucoup réduite.
b. B. gal. grossie 200 fois.

„The accompanying illustration shows a Snowdrop attacked by the fungus, and the fungus itself, the latter enlarged 200 diameters. The fungus is an ally of *Polyactis vulgaris*, illustrated in the Gardener's Chronicle for February 6, 1866, and of the fungus of the Lily disease. The disease of Tulips, mentioned in last number of Gardener's Chronicle, is also identical with the disease of Lilies (see Gardener's Chronicle, August 18, 1888). The disease of *Humea* is also identical."

Ces informations, beaucoup plus étendues que celles de Mess. BERKELEY et BROOME, nous apprennent: 1. que les parties épigées du Perce-neige peuvent souffrir, elles aussi, au même degré que le bulbe, et 2. que les symptomes désastreux ne se manifestèrent qu'après que la couverture de neige fut fondue à peu près subitement. Rien de suspect ne s'était présenté avant la descente de la neige. La plupart des plantes commençaient à souffrir au niveau de la terre, quoique bientôt le bulbe fût atteint, et cela avec une telle violence, que les tissus ne présentassent bientôt qu'une substance molle et comme pourrie. Une quantité moindre d'individus avaient les parties épigées couvertes de flocons brunâtres. De sclérotes pas un mot.

Après les auteurs anglais, ce fut Mr. LUDWIG qui, dans son „Lehrbuch der niederen Kryptogamen (1892)" s'occupa du fléau que nous étudions. Les quelques lignes qu'il lui voue (p. 355) comprennent ce qui suit:

„Eine mit Botrytis [1]) auftretende Sclerotinia verursacht in Mecklenburg, Neu-Brandenburg, eine tödtliche Krankheit der Schneeglöckchen. An Stelle der Blätter komt ein förmlicher, von den Conidienträgern der Botrytis völlig überzogener Klumpen (Blüthe und Blätter) ueber die Erde. Die Sclerotien entwickeln sich in der Knolle. Der Urheberpilz wurde Sclerotinia Galanthi genannt".

Il est bien évident que les publications de Mess. BERKELEY, BROOME et SMITH, aient échappées à l'attention de Mr. LUDWIG. Non seulement il les passa sous silence, mais le nom même du champignon coupable qui, une fois admis dans la science, aurait du

[1]) Synonyme de Polyactis. A consulter: Saccardo Sylloge, IV, 116.

être prononcé, resta caché aux intéressés. La hardiesse avec laquelle Mr. LUDWIG parle d'un „Urheberpilz" — qui jusqu'ici n'a été observé par personne — et, ce qui plus est, lui inflige le nom de *Sclerotinia Galanthi*, semble passer les bornes d'une prudence scientifique. Enfin, on pourrait s'étonner que le bulbe des Perce-neige, dont la biologie nous a été racontée d'une manière il ne peut plus exacte et attrayante par THILO IRMISCH, ait été pris pour un tubercule par Mr. LUDWIG. Le mérite de cet auteur consiste en ce qu'il nous ait fait connaître les sclérotes. L'existence de ces corpuscules ne souffre donc aucune doute quant au fait que, comme dans plusieurs autres espèces du genre *Botrytis*, le *Botrytis galanthina* puisse tout-de-même produire une génération dormante, qu'on devra détruire avant qu'une nouvelle végétation commence à se déployer.

Mr. A. B. FRANCK, dont l'ouvrage sur les Maladies des Plantes (Die Krankheiten der Pflanzen, 2e Ed., 1895) est bien connu, ne s'occupe de la maladie du *Galanthus* qu'à peu près en passant. En effet, il ne lui voue (Tome II, 508) qu'une cinquaine de lignes qui, au surplus, ne contiennent qu'une répétition du texte de LUDWIG, sauf la remarque que l'évolution ultérieure du stade sclérotique n'ait pas encore été rencontrée. Cette observation pourtant aurait produit plus d'effet, si l'auteur avait pu se décider à supprimer le nom de *Sclerotinia Galanthi* qui, jusqu'ici, n'a pas le droit d'existence, et que Mr. FRANCK continue à faire valoir à l'instar de Mr. LUDWIG. En vérité, il faut se ressouvenir que FUCKEL, l'auteur du nom générique *Sclerotinia* (Symbolae mycologicae 1869, p. 330), se soit exprimé formellement en ces termes: „Cupulae majusculae minutaeve, longe stipitatae, a Sclerotio ortae" etc., tirade qui nous donne à entendre, il ne peut plus clairement, que ce ne sont pas les sclérotes, mais les corps pézizéformes qui s'en élèvent, qu'on est appelé à indiquer par ce nom. Comment donc peut on parler d'un *Sclerotinia Galanthi*, après avoir franchement nié l'existence de ce stade?

La première collection de plantes malades, reçues par Mr. R. Bos vers la fin de Février, comprenait quelques individus non encore fleuris, c. à. d. dont la fleur n'avait pas encore franchi la spathe. Ils étaient couverts, de haut en bas, de hyphes grisâtres, venues au stade de maturité complète, puisqu'elles se dégageaient facilement d'une grande quantité de conidies. Selon la communication de Mr. Bos, ces conidies étaient largement obovées et brunâtres. Malheureusement, elles ne furent ni observées en place, ni mesurées. Cependant, après tout ce que nous venons d'apprendre des résultats de

Berkeley, Broome, Smith et Ludwig, il ne nous semble pas trop téméraire de prétendre que les plantes malades, dans notre cas aussi, avaient été attaquées par le *Botrytis galanthina*. Au date où j'en reçus quelques échantillons, les hyphes et les conidies avaient disparu.

La seconde collection atteignit le laboratoire peu de jours après la première. Les plantes souffraient à un degré beaucoup plus intense, ou bien ne présentaient en réalité qu'une masse informe, en train de pourriture. Les hyphes et les conidies, quoique présentes en quelques endroits, ne purent plus être étudiées en leur relation mutuelle. Par contre, des corpuscules noirs, mesurant 1 à 2 mill. de travers, se trouvaient distribués en grand nombre, tant sur les écailles des bulbes que sur les feuilles et les spathes.

Quelques objets de cette dernière collection formaient l'objet d'une exploration microscopique de ma part.

Tout comme Mr. R. Bos, je me convainquis aisément, que les corps plan-convexes que je viens de signaler, représentaient des sclérotes, développés à l'intérieur des tissus, et, quant à leur structure, tout à fait conformes à ceux du *Claviceps purpurea*, du *Sclerotinia tuberosa* et d'autres [1]). En effet, un pseudoparenchyme incolore de cellules soit polygones, soit un peu plus allongées dans l'une des directions que dans l'autre, s'offrait à nos yeux. Cependant il ne nous réussit pas de trouver des sclérotes à un degré de développement ultérieur, c. à d. en train de reproduire soit des hyphes nouvelles du *Botrytis*, soit des corps en forme d'écuelle plus ou moins stipitée, qui auraient du être signalés comme des ascomes d'un *Sclerotinia*. Des essais de culture, entrepris par Mr. R. Bos, demeurèrent sans effet.

On peut s'imaginer qu'après l'exploration négative que nous venons de décrire, nous fûmes singulièrement frappés lorsque, reprenant nos expertises peu de temps après, nous trouvions répandues, à la surface des sclérotes, des efflorescences grisâtres qui, examinées à l'aide du microscope, se firent connaître comme une Mucédinée nouvelle. Vues à vol d'oiseau, à l'aide de lentilles faibles, elles présentaient une grande quantité de conidies isolées, luisantes, tandisque une exploration ultérieure d'objets par transparence, dirigea notre attention vers le genre *Monosporium*, auquel notre champignon enfin

[1]) Signalons en passant que la structure des sclérotes du *Botrytis Douglasii* diffère totalement de celle de plusieurs autres, en autant que les cellules qui les constituent, et qui ont une forme linéaire, sont rangées radiairement, c. a. d. en éventail sur une coupe verticale.

paraissait appartenir. Ce genre, contigu de près au genre *Botrytis*, a pour caractères des hyphes stériles rampantes, des hyphes fertiles érigées vaguement rameuses, et des conidies solitaires acrogènes, soit incolores, soit p. ou m. clairement teintées. Bien convaincus qu'aucune des espèces décrites n'était identique à la nôtre, nous lui appliquâmes le nom de *Monosporium Galanthi*.



Monosporium Galanthi Oud.
grossi 200 fois; *b*. conidie grossie 400 fois.

La figure ci-contre nous montre une très petite portion d'une préparation microscopique. On y distingue les hyphes rampantes, et quelques autres érigées, toutes incolores et articulées. Les branches latérales ou axes secondaires sont peu nombreuses (2, 3, 5), et rangées en spirale. Elles ont toujours le port courbé, de manière à ce que l'arc ouvert soit opposé à l'axe central de la plante.

Il ne semble pas que les branches latérales s'élèvent au-dessus de cet axe, ce qui fait que chaque individu, haut environ d'un $^{1}/_{4}$ de millimètre, conserve un port nettement circonscrit. Les branches de premier ordre peuvent se ramifier de nouveau, sans que cela implique quelque changement dans l'arrangement des axes nouvellement acquis. Toutes les branches sont pointues au sommet, et servent de soutien à une conidie.

Les conidies ont la forme largement-elliptique ou largement-obovée, mesurent 25 à 30 $\times$ 20 μ, et reposent sur un pédicelle d'une délicatesse extrême, et qui forme en quelque sorte l'intermédiaire entre le sommet du rameau et la conidie. Cette subtilité est sans doute la cause de la facilité avec laquelle les conidies s'épanchent à l'entour. Ajoutons que ces dernières commencent par être incolores, mais bientôt sont sujettes à des changements, non dissemblables à ceux qu'on trouve figurés dans les n°s 27 à 32 de la Tab. II de la Chromotaxie de Mr. Saccardo, et qui ont été signalés par les termes latins: *cremeus*, *ochroleucus*, *ochraceus*, *melleus*, *ferrugineus*, *fulvus*. Toutes ces couleurs n'appartiennent non pas au protoplasma, mais à la paroi cellulaire. Ce sont les conidies qui déterminent le coloris des parties attaquées, et non les hyphes qui, pour autant qu'il nous est permis d'en juger, ne perdent jamais leur couleur primitive.

Il est presque superflu d'assurer que le *Monospora Galanthi*,

selon notre avis, n'est qu'une production accidentelle, et ne puisse guère être admis comme appartenant au cycle d'évolution du *Botrytis galanthina.* La même conclusion doit être admise pour un *Fusoma* nouveau, dont les conidies se répandaient en grande quantité sur le porte-objet, aussitôt qu'une tranche du tissu sclérotifère fut immergée dans une goutte d'eau. La description du *Fusoma* que nous avons nommé *Fusoma Galanthi*, se trouve à la fin de notre article.

Tout ce qui précède semble donner droit aux conclusions suivantes:

1. La maladie du Perce-neige (*Galanthus nivalis*) est provoquée par le *Botrytis galanthina* SACC. (Syll. IV, 136), vivant en parasite avec ses hyphes mycéliennes à l'intérieur des tissus. Cette Mucédinée à été découverte par Mess. BERKELEY et BROOME en 1873, puis décrite et illustrée (quoique un peu grossièrement), sous le nom de *Polyactis galanthina*, dans les „Annals of Natural History, 4, XI, 346" et dans „Grevillea II, 139."
2. Le *Botrytis galanthina* persiste au moyen d'une génération dormante, soit temporellement inactive, connue depuis les temps les plus reculés sous le nom de *Sclerotium.* Les sclérotes, résultat d'un procès particulier, exécuté par les hyphes mycéliennes, ont été découverts par Mr. LUDWIG en 1892. A cause qu'une évolution ultérieure des sclérotes, aboutissant à la production d'une génération ascifère, n'a été observée par personne jusqu'à nos jours, il semble correct de réserver le terme *Sclerotinia Galanthi* pour le moment où les ascomes se seront présentés à l'observation.
3. On n'a pas encore réussi à multiplier le *Botrytis galanthina* par la dissémination des sclérotes. Cependant il est des cas, où une autre Mucédinée qui a reçu le nom de *Monospora Galanthi*, mais entre laquelle et le sclérote il ne semble exister aucune relation généalogique, et dont les dimensions sont beaucoup au-dessous de celles du *Botrytis galanthina*, s'étend à la surface de ces corps noirâtres, et y fait mûrir ses conidies qui se distinguent par une couleur foncée et une grandeur plus prononcée que celle du *Botrytis.*
4. La question si le rôle d'un autre champignon inférieur, habitant le tissu intérieur des écailles des bulbes, et nommé *Fusoma Galanthi*, soit pour quelque chose dans le procès de pourriture des bulbes, reste indécise.
5. Parceque, pendant l'hiver passé, nos champs ont été couverts d'une couche de neige assez épaisse, et que le dégèlement, chez

nous aussi, ait eu lieu d'une manière précipitée, tout comme cela eut lieu dans le cas de Mess. BERKELEY et BROOME, il serait à désirer que les cultivateurs fissent des efforts pour établir, si de telles conditions météorologiques soient vraiment à craindre pour la culture de la jolie Amaryllidée qui nous occupe. Une réponse affirmative pourrait donner lieu à des propositions pour combattre le mal d'une manière plus ou moins efficace.

DIAGNOSES.

Monosporium Galanthi n. sp. Caespitibus minutis, late effusis, primitus candidis, conidiorum maturitate absoluta vero cinerea vel fuscescentia; hyphis omnibus achromis, articulatis, ramosis; repentibus intermixtis in retia coalitis; erectis semel vel pluries, sed parce ramosis; ramis axi primaria, ut videtur, brevioribus, spiraliter dispositis, curvatis, curvatura concava axi primariae opposita, omnibus conidio solitario terminatis. Conidiis substipitellatis, late-ovalibus vel late-obovatis, laevissimis, primitus achromis, postea per varios gradus (Sacc. Chromot. 27—31) ad fulvum vergentibus, 25 — 30 × 20 μ.

Fusoma Galanthi n. sp. Conidiis hyphis destitutis, entophytis, hyalinis, in acervulos orbiculares coalitis, singulis curvatis, acutissimis, 3-, 5-, 7-, 9- locularibus, hyalinis, 25—35 × $2^{1}/_{2}$ μ.

Fusoma Galanthi Oud. Conidies grossies 600 fois.

ARNHEM, Mars 1897.

Plantenkunde. — De Heer C. A. J. A. OUDEMANS biedt voor het Verslag der Vergadering een opstel aan, getiteld: „*Sur une maladie des Pivoines* (Paeonia)".

Le 14 Avril 1897 je reçus de Mr. le Prof. J. RITZEMA BOS, Directeur du Laboratoire Phytopathologique à Amsterdam, trois branches nouvellement écloses d'une Pivoine perennante, coupées un peu au-dessous du niveau du terrain environnant à Rijswijk, parce qu'on leur avait observé suspendre leur croissance, et qu'en même temps des taches ternes et cendrées commençaient à apparaître à la surface des écailles membraneuses de la pérule et de la jeune tige. On s'était adressé à Mr. Bos dans l'espoir de recevoir quelque information sur la nature de la maladie et sur les chances de guérison des individus attaqués.

Mr. Bos constata sans peine que les échantillons souffraient d'un *Botrytis*, mais ne parvint pas à déterminer l'espèce. Ceci le décida à nous consulter.

Quoiqu' il ne nous réussit pas de distinguer des hyphes séparées dans l'intérieur des parties malades, il nous sembla néanmoins que le mycélium du *Botrytis* menait une vie parasitaire latente, parceque, au lieu de cellules parenchymateuses saines, nous rencontrâmes partout une couche assez étendue et assez épaisse d'éléments souffrants, c. à d. dont le protoplasma pariétal, après s'être retiré de la membrane cellulaire, s'était condensé en un corps central p. ou m. globuleux et brunâtre. Au surplus, les méats intercellulaires étaient p. ou m. remplis d'une matière blanche et luisante. Il nous semble que de tels résultats n'auraient pu être causés par des hyphes rempantes superficielles.

Comme de coutume, les hyphes érigées qui, vraisemblablement, avaient atteint la surface à travers les stomates, présentaient un axe primaire ou central, augmenté de plusieurs axes secondaires, lesquels, rangés en spirale, occupaient 3 à 5 étages vers le sommet du premier. Tous ces axes, teintés d'un brun p. ou m. dilué, pourvus çà et là de cloisons transversales, s'étalaient sous des angles de 45°, et se divisaient à une ou plusieurs reprises, en concordance avec l'âge p. ou m. avancé. Le caractère des *Phymatotrichum*, consistant en la présence d'une expansion ou ampoule muriquée (hérissée de stérigmates excessivement subtils) au sommet des branches finales, ne manquait nulle part. Cependant, cette ampoule, dans notre cas, tout autrement qu'ailleurs, n'avait pas une forme allongée (oblongue ou oblongue-obovée), mais bien une forme globuleuse ou pulvinée. (Fig. 1, *a. b.*). Parmi les hyphes les plus agées il n'était pas rare de rencontrer des axes primaires qui avaient commencé à se diviser dans leur partie inférieure, et cela de façon à former des bifurcations simples ou réitérées.

Fig. 1.



Ampoules × 150.

Les conidies, accumulées en grande abondance à la surface des ampoules, formaient des sphères de 30 à 40 μ de travers, et joignirent à une forme allongée — soit oblongue, soit oblongue obovée — une longueur de 16 à 18 et une largeur de 7 à $7^1/_2$ μ. (Fig. 2). Incolores au début, on leur vit prendre une teinte plus ou moins foncée, mais toujours très diluée, comparée à celle des hyphes axiles ou des rameaux.

Fig. 2.



Conidies × 500.

En somme, le *Botrytis* des Pivoines, appartenant au sous-genre *Phymatotrichum*, ne se trouve nulle part décrit, ce qui nous imposa

le devoir de l'introduire dans la science sous un nom quelconque — soit celui de *Botrytis Paeoniae.*

Voyons maintenant de quel droit le *B. Paeoniae* doive être regardé comme une espèce nouvelle entre les 137 espèces du genre, mentionnées par Mr. SACCARDO.

Pour atteindre ce but, il fallut commencer par écarter toutes les espèces, appartenant aux sous-genres *Eubotrytis*, *Polyactis* et *Cristularia*, comprenant ensemble 112 espèces qui ne possèdent pas d'ampoules terminales, et de s'adresser exclusivement au sous-genre *Phymatotrichum*, dont le nom indique assez clairement que ces ampoules lui sont propres. Eh bien! parmi les 15 à 20 espèces qui le composent, la plupart possède des conidies qui n'atteignent pas 10 μ de longueur, tandisque d'autres ont les conidies globuleuses, les agglomérations de conidies beaucoup moins remplies, etc.

Parmi les espèces de *Botrytis* du sous-genre *Phymatotrichum*, découvertes dans ces derniers temps dans notre pays, le *B. Douglasii*, occupant les aiguilles de l'Abies Douglasii et autres, possède des conidies de 9×6 μ, et le *B. parasitica*, propre aux Tulipes, de $16—20 \times 10—13$ μ, c. à d. des conidies beaucoup plus petites ou beaucoup plus grosses. Le *B. galanthina*, dont les conidies mesurent 15—18 μ de long, sans que leur largeur ne fut évaluée par les auteurs anglais, vraisemblablement ne diffère non seulement par le choix du support, mais en outre par la forme des ampoules. Le *B. Croci*, jusqu'ici étranger à notre flore, a les glomérules de conidies très peu fournies, c. à d. de 3 à 8 conidies seulement.

DIAGNOSE.

Botrytis (Phymatotrichum) Paeoniae n. sp. — *Mycelio in plantarum parenchymate abscondito*, hyphas erectas juxta stomatorum fissuram protrudente (?). Hyphis erectis numerosisimis, aequaliter in stratum continuum accumulatis, *non caespitosis*, $^1/_4$—1 mill. altis, sursum ramosis; ramis 3 ad 5 spiraliter dispositis, sub angulo 45 gr. patentibus, simplicibus aut sursum semel vel pluries divisis, articulo ultimo in *vesiculam globosam* vel *plano-convexam* (minime elongatam), muriculatam dilatato. *Conidiis plurimis* in glomerulos transverse 12—15 μ metientes aggregatis, *oblongis* vel *oblongo-ovatis* (neque sphaericis, neque ellipticis, neque ovatis), 16—18 μ longis, 7—7^5 μ latis, achromis aut dilutissime tinctis, sterigmatum subtilissimorum ope vesicularum terminalium superficiei infixis.

Les sclérotes du *Botrytis Paeoniae* n'ont pas été découverts jusqu'ici.

Arnhem, Avril 1897.

Bacteriologie. — De Heer HAMBURGER spreekt: *„Over een quantitatieve methode voor de bepaling van den schadelijken invloed van bloed en weefseldrocht op bacteriën"* en biedt daarover een opstel aan voor het Verslag der Vergadering.

Voor de onderzoekingen, medegedeeld in het volgende opstel, getiteld: „De heilzame werking van veneuse stuwing en ontsteking in den strijd van het lichaam tegen bacteriën", was het noodig een nauwkeurige quantitatieve methode te bezitten, om de antibacterieele werking van twee vloeistoffen te kunnen vergelijken.

Die werking kan zich in twee graden uiten [1]): de mikrobe kan òf eenvoudig gedood òf alleen in haar groei vertraagd worden.

Om de doodende werking van twee vloeistoffen te vergelijken, gaat men op de volgende wijze te werk. Men neemt gelijke hoeveelheden van de vloeistoffen en bedeelt die met een gelijke hoeveelheid eener bouilloncultuur van de te onderzoeken mikrobe. Nadat men het mengsel gedurende een half uur tot één uur of langeren tijd bij lichaamstemperatuur aan zichzelf heeft overgelaten, wordt het aantal der nog levende bacteriën in de beide vloeistoffen bepaald. [2])

Wenscht men daarentegen den vertragenden invloed van een vloeistof op de ontwikkeling eener mikrobesoort te bepalen, ook dan meet men van de te onderzoeken vloeistof en van die, waarmede men vergelijkt, een bepaald volumen af, bedeelt beide vochten met een gelijke hoeveelheid der bouilloncultuur en houdt de mengsels zoolang in de broedstoof, totdat zich in beide een cultuur heeft ontwikkeld.

In beide culturen heeft men nu slechts het aantal bacteriën te tellen.

BEPALING VAN DE HOEVEELHEID BACTERIËN DOOR TELLING.
Critiek op deze methode.

Gelijk bekend is, pleegt men het aantal bacteriën te tellen door een bekend volumen van de bacteriënhoudende vloeistof in een ruime, bekende hoeveelheid vloeibaar gemaakte gelatine of agar agar te verdeelen en vervolgens een plaat te gieten. Men gaat daarbij uit van de onderstelling, dat iedere levende kiem zich tot een kolonie zal

---

[1]) Ik spreek hier niet over dien vorm van anti-bacteriëele werking, welke zich openbaart in een voor het organisme gunstige wijziging van de *chemische* samenstelling der microbiëele stofwisselingsproducten.

[2]) Het onderzoek kan ook nog op een andere wijze verricht worden: men kan namelijk de tijden aanteekenen, die noodig zijn om in de twee vloeistoffen alle bacteriën te dooden.

ontwikkelen, zoodat men, door het aantal koloniën te tellen, ook het aantal levende kiemen bepaalt.

Weldra bleek mij, dat voor nauwkeurige bepalingen, waar men uit verschillen van 20 pCt. en minder een resultaat wenscht te trekken, deze tellingsmethode geheel onvoldoende was. Ondanks de grootste zorgvuldigheid van werken, verschilde het aantal koloniën, ten behoeve van de contrôle gekweekt uit gelijke hoeveelheden van van één en dezelfde voeistof, soms 40—50 pCt.

Vergelijkt men te dien aanzien onderzoekingen van andere schrijvers, dan blijken de uitkomsten niet gunstiger te zijn. Zoo vindt men in een opstel van BEHRING en NISSEN [1]) dat in twee platen, aangelegd onder volkomen dezelfde voorwaarden, de hoeveelheid koloniën zelfs nog meer dan 50 pCt. verschilt. [2])

Mij is het zelfs voorgekomen, dat bij vergelijking van twee culturen van dezelfde mikrobe in twee verschillende vloeistoffen, de culture, welke op het oog gezien stellig de dubbele hoeveelheid bacteriën moest bevatten, juist het geringst aantal koloniën te tellen gaf (vergel. p. 468). Nu had ik, evenals BEHRING en NISSEN trouwens, steeds de culturen met behulp van een platinum oogje afgemeten. Wellicht, zoo dacht ik, kan daarin de oorzaak liggen van bedoelde verschillen; want inderdaad is het niet te verwachten, dat onder welke voorzorgen en hoe voorzichtig ook het oogje in de cultuur gedompeld wordt, men steeds een even dikke laag, d. w. z. een gelijk aantal bacteriën er uit zal opnemen. BEHRING en NISSEN deelen in hun onderzoekingen [3]) mede, dat men wèl van die onderstelling mag uitgaan, doch zij voeren daarvoor geen grond aan. Ik heb mij er van overtuigd, dat men op die wijze groote fouten kan maken.

Ik nam 5 even wijde reageerbuisjes, voorzag ieder van 5 cc bouillon en entte vervolgens met een platinum-oogje, voorzien van een gelijkmatig verdeelde bouilloncultuur van staphylococcus pyogenes aureus. Nadat de buisjes 16 uur in een broedoven hadden gestaan, bleek na doorschudden de troebelheid daarin aanmerkelijk te verschillen. Werd de proef echter herhaald met dit onderscheid, dat de cultuur niet met een platinum-oogje werd afgemeten maar met een PASTEUR's pipetje, op welks capillair gedeelte een streepje was aangebracht om aan te geven tot hoever de cultuur zou worden opgezogen, dan was later geen verschil in troebelheid waar te nemen.

[1]) Zeitschr. f. Hygiene. Bd. VIII. S. 412, 1890.

[2]) Voor hun doel was dit intusschen evenmin van eenig bezwaar, als voor verreweg de meeste doeleinden, waarmede deze tellingen tot dusverre verricht werden.

[3]) l. c. p. 121.

Om zeker te zijn, dat er bij het ledigen van het pipetje, geen ongelijke hoeveelheden van de cultuur achterbleven, werd telkens *alles* er uit verwijderd, door na het uitblazen de bouillon tot het streepje op te zuigen, dan weer te verwijderen, op te zuigen, enz. enz. Op deze wijze spoelt men als het ware het capillaire buisje uit.

Zooals mij herhaalde malen gebleken is — in het volgende onderzoek werden altijd twee parallelproeven genomen — is deze methode van afmeten volkomen betrouwbaar. Echter dient nog bedacht te worden, dat wanneer men de culture voor de eerste maal afmeet, men zorg heeft te dragen, het capillair gedeelte van het pipetje vooraf met bacteriënvrije bouillon te bevochtigen, anders is de hoeveelheid den eersten keer grooter dan de volgende malen.

Ik hoopte nu, in de platen, aangelegd uit de 5 laatste bouilloneulturen, een gelijk aantal koloniën te zullen tellen.

Met een PASTEUR's pipetje werd een gelijke hoeveelheid der 5 culturen afgemeten en deze verdeeld in evenveel buisjes met 5 cc vloeibaar gemaakte agar-agar; daarop werden op de gebruikelijke wijze platen gegoten. Na 18 uren werden in gelijke oppervlakken van even dikke lagen geteld 514, 380, 402, 565, 384 koloniën. Voorwaar een weinig bevredigend resultaat, dat intusschen geheel overeenstemt met hetgeen mij later bekend werd van twee zeer betrouwbare bacteriologen, die, hetzelfde monster drinkwater onderzoekende en werkende volgens dezelfde methode, met dezelfde gelatine, een resultaat verkregen, waarbij de een ongeveer driemaal zooveel bacteriën telde als de ander. En deze bacteriologen hadden het gebruikte water met een gewoon gegradueerd pipetje, dus nauwkeurig genoeg, afgemeten.

De oorzaak van deze slechte uitkomsten moet althans voor een deel gezocht worden in de moeilijkheid, de bacteriën gelijkmatig in den voedingsbodem te verdeelen. Dat een zoodanige verdeeling, zelfs na zorgvuldig en langdurig bewegen van het buisje inderdaad dikwijls te wenschen overlaat, daarvan kan men zich overtuigen, door in plaats van een plaat te gieten, den inhoud van het buisje snel te laten vast worden en het dan bij lichaamstemperatuur aan zich zelf over te laten. Men kan dan met het bloote oog zien, dat de koloniën hier en daar ongelijkmatig verspreid zijn. Er is intusschen nog een factor, die voor vergelijkende tellingen, welke slechts kleine fouten veroorloven, de aanwending van plaatculturen bedenkelijk maakt.

Zeer veel bacteriën, zoowel staafjes als coccen hebben de eigenschap zich in groepen van twee, vier of meer te ontwikkelen. In de plaatcultuur vormt iedere groep over het algemeen slechts ééne kolonie. Wanneer men nu twee vloeistoffen vergelijkt met betrekking

tot hun geschiktheid een mikrobe-soort tot voedingsbodem te dienen, dan zal, indien in de beide vloeistoffen de mikroben zich op volkomen gelijke wijze in groepen ontwikkelen, de verhouding tusschen het aantal koloniën dat zich in beide platen ontwikkelt, precies dezelfde zijn als wanneer de bacteriën de eigenschap misten zich in groepen te vereenigen. Oefenen echter de beide vloeistoffen op laatstgenoemde eigenschap een verschillende werking uit, dan geeft de verhouding van het aantal koloniën in de twee platen niet meer de verhouding van het aantal enkelvoudige kiemen aan.

Een verschijnsel dat ten aanzien van deze quaestie op ééne lijn moet gesteld worden met de groepeering van coccen tot diplococcen, streptococcen, staphylococcen, enz. is de agglutinatie van bacteriën. Gelijk bekend is, heeft men in den laatsten tijd gevonden (*Widal* e.a.) dat typhus-bacillen, gebracht in het bloedserum van een typhuslijder of van iemand die korten tijd geleden typhus heeft doorstaan, samenklonteren, agglutineeren, wat niet geschiedt in het serum van normale personen of van hen, die voor geruimen tijd typhus hebben gehad, en men heeft daarin zelfs een zeer betrouwbaar middel gevonden om typhus te diagnosticeeren. Bij kwaden droes heeft men hetzelfde verschijnsel waargenomen.

Wijziging in de samenstelling van het serum kan dus een aanzienlijke samenklontering van bacteriën ten gevolge hebben.

Uit een en ander volgt, dat wanneer men twee vloeistoffen wil vergelijken met betrekking tot hun geschiktheid een mikrobesoort tot voedingsbodem te dienen, men er op bedacht moet zijn, bij aanwending van plaatculturen voor de telling der kiemen, groote fouten te maken.

De aanleiding tot deze overwegingen was het volgende experiment.

Om het aantal bacteriën (*Staphytococcus pyogenes aureus*) te vergelijken dat zich in gelijke hoeveelheden carotis- en jugularisserum van het paard had ontwikkeld, werden 5 cc van beide serumsoorten bedeeld met een gelijke hoeveelheid eener bouilloncultuur van genoemde mikrobe. Nadat de buisjes 14 uren in een broedstoof van 37° hadden gestaan, bleek in het carotisserum, op het oog gezien, ongeveer de dubbele hoeveelheid bacteriën aanwezig te zijn dan in het jugularisserum. Uit beide paren buisjes (met ieder serum werden steeds, gelijktijdig twee proeven verricht) werd nu een gelijk volumen cultuur in 5cc vloeibaar gemaakte agar-agar gebracht, daarna werden de mengsels langdurig bewogen en platen er van gegoten. En wat bleek nu? In de platen, afkomstig van het carotisserum werden geteld 148 en 177 koloniën en in die van het jugularisserum 470 en 431 koloniën (namelijk in oppervlakken van gelijke uitgebreidheid). Juist omgekeerd als men zou verwachten.

Intusschen frappeerde het mij, dat de koloniën van de carotisplaat veel grooter waren dan die der jugularisplaat. Bij meting met oculairmicrometer 3, obj. C. *Zeiss*, bleken 50 koloniën van een der carotisplaten een gezamenlijke diameter te bezitten

van 297, terwijl 50 koloniën van een jugularisplaat een gezamenlijke middellijn van 161 verdeelingen aanwezen.

Het lag voor de hand hier te denken aan de mogelijkheid dat in het carotisserum de staphylococcus zich tot grootere groepen had vereenigd dan in het jugularisserum. Het microskopisch onderzoek van de vloeibare serumculturen bevestigde deze onderstelling volkomen.

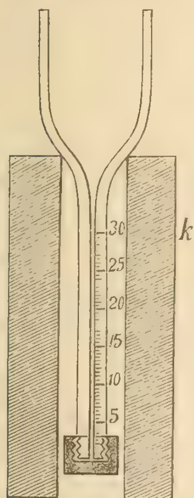
Ik besloot nu een andere methode van telling te beproeven en wel in de eerste plaats de directe telling der afzonderlijke bacteriën, met of zonder kleuring; doch bij de technische uitvoering stuitte ik op zulke groote moeilijkheden, dat ik de methode liet rusten.

Toen ontstond, ook al in verband met de zoo even genoemde waarneming omtrent de grootte der koloniën, het denkbeeld om in plaats van het aantal, het *gezamenlijk volumen* der bacteriën te bepalen. Deze methode, die de bezwaren, verbonden aan samengroeiing en agglutinatie, evenals aan een ongelijkmatige vermenging der kiemen in den vloeibaar gemaakten vasten voedingsbodem, ontwijkt, heeft mij bij een nauwkeurige contrôle zeer bevredigende resultaten gegeven.

Bepaling van de hoeveelheid bacteriën door meting van het volumen.

Nieuwe methode.

De methode gaat uit van het beginsel, dat om den rijkdom van twee vloeistoffen aan een bacteriesoort te vergelijken, het op de boven uiteengezette gronden het meest rationeel is, het volumen der bacteriën te meten, waarbij men dan nog bovendien het voordeel heeft dat aan de minder levenskrachtige, die in den regel ook de kleinere zijn, ook een betrekkelijk geringer aandeel in het volumen wordt toegekend.



Voor de bepaling van het volumen der bacteriën maakte ik gebruik van buisjes, die ik opzettelijk voor het doel liet vervaardigen.

Met het oog op het gering volumen van het sediment, dat zich uit een bacteriëncultuur kan afscheiden, hadden de buisjes een groot reservoir (± 8 cc.), en eindigden, gelijk bijgaande teekening [1]) aanwijst, in een van een schaalverdeeling voorziene, dikwandige capillaire buis. Onderaan werd die buis aanvankelijk gesloten met een cylindertje getahpercha, later met een van een schroefdraad voorzien eboniet-

---

[1]) Zij heeft de helft van de natuurlijke grootte.

dopje, zooals men dat ook vindt aan de bekende Gärtner's buretjes. Voor een goede sedimenteering is het van belang, dat het lumen van het reservoir langzaam in dat van de capillaire buis overgaat. Het reservoir kan gesloten worden met een gesteriliseerde caoutchouc stop. Het buisje rust in een houten klosje K, zooals in de teekening is aangegeven. Het geheel wordt in de centrifuge geplaatst.

Het is, evenals voor het centrifugeeren van bloed, gewenscht, aan de centrifuge een constante snelheid te geven. Om deze te verkrijgen werd zij met de hand bewogen naar een metronoom. De buisjes werden er zoolang in gelaten, totdat het volumen van het sediment niet meer afnam.

Om van de snelheid en den tijd van draaien onafhankelijk te zijn, werden de buisjes, die voor vergelijkende groepen dienden, gelijktijdig gecentrifugeerd, en eindelijk werd, om den invloed van den aard der vloeistoffen op de snelheid van bezinken te elimineeren, steeds in denzelfden bouillon gecultiveerd en ook gecentrifugeerd.

Gaan wij nu ten slotte na, hoe men door genoemde methode het anti-bacterieel vermogen van twee vloeistoffen numerisch kan vergelijken. In den aanvang merkten wij reeds op, dat zich de schadelijke werking van twee vloeistoffen in twee vormen kan openbaren. De mikrobe kan òf eenvoudig gedood òf in haar groei vertraagd worden.

ad. 1. Om het bacteriën-doodend vermogen van twee vloeistoffen, b.v. van twee serumsoorten te vergelijken, brengt men gelijke hoeveelheden (5 cc of minder) van die vloeistoffen in even wijde reageerbuisjes, bedeelt ze met gelijke volumina eener bouillon-cultuur, vermengt goed en laat 1 tot 5 uren in den broedoven staan. Daarna wordt van den doorgeschudden inhoud der buisjes een gelijke hoeveelheid gebracht in twee buisjes met 5 cc bouillon. Na 15—24 uren bleek in onze gevallen in beide buisjes een cultuur te zijn opgekomen. Na goed omschudden kan men dan reeds op het oog zien — hiertoe diende het kiezen van even wijde reageerbuisjes — in welke buisjes de meeste bacteriën aanwezig zijn.

Daarna wordt van den inhoud der buisjes een gelijk deel afgemeten, gebracht in het afgebeelde apparaatje en gecentrifugeerd totdat het sediment een constant volumen heeft aangenomen.

De verhouding der af te lezen volumina geeft nu ook de verhouding van het aantal levende, of beter gezegd, voor ontwikkeling vatbare bacteriën aan, welke in de beide vloeistoffen waren overgebleven.

Het is niet moeilijk na te gaan, welk deel van het *geheele* aantal bacteriën resp. in de beide sera gedood werd. Men behoeft daar-

toe slechts, *onmiddellijk* nadat het vermengen met het antibacterieel serum heeft plaats gehad, zooveel er van in 5 cc bouillon te brengen, als later na 5 uren in 5 cc bouillon zal gebracht worden. Hierbij wordt aangenomen, dat het korte samenzijn van de bacteriën met anti-bacterieele stoffen hun geen nadeel heeft gedaan. Is men daarvoor wel bevreesd, dan kan men de bacteriëncultuur, in plaats van met het anti-bacterieele serum, ook vermengen met dezelfde hoeveelheid bouillon en dan onmiddellijk daaruit in 5 cc bouillon enten.

ad. 2. Wenscht men na te gaan, in welke van twee serumsoorten de bacteriën zich het krachtigst ontwikkelen, of, wat hetzelfde is, welke vertraging de eene vloeistof in vergelijking tot de andere uitoefent, die men als de normale beschouwt, dan meet men weer twee gelijke hoeveelheden af en vermengt die met gelijke hoeveelheden der bacteriën-cultuur, plaatst de mengsels in den broedoven en wacht, totdat zich in beide een cultuur heeft ontwikkeld. Waren de twee vloeistoffen volmaakt helder en weken ze weinig in kleur van elkander af, dan kon reeds met het bloote oog gezien worden, in welke vloeistof zich de meeste bacteriën bevonden. Men zou nu een gelijke hoeveelheid der beide vloeistoffen kunnen centrifugeeren en het volumen der daarin aanwezige bacteriën kunnen vergelijken. Met het oog op een eventueele lichte troebelheid van een der sera en een mogelijken verschillenden invloed der beide vloeistoffen op de bezinkingssnelheid, en tevens op de mogelijkheid, dat ook afgestorven bacteriën aanwezig zijn, verdient het aanbeveling, uit de laatst verkregen culturen, gelijke volumina te enten in even wijde buisjes met 5 cc bouillon en van de dan verkregen culturen hetzelfde volumen te centrifugeeren.

Vóór het centrifugeeren kan men door vergelijking der bouillonculturen reeds zien, in welke richting de centrifugeer-proef zal uitvallen. Waar de cijfers niet nauwkeurig behoeven te zijn en inzonderheid daar, waar slechts een qualitatief onderzoek verlangd wordt, kan men met zulk een vergelijking van de troebelheid der bouillon-culturen volstaan. Men kan ook voor een globale vergelijkende bepaling van het volumen der bacteriën, de sterkste cultuur met zooveel bouillon verdunnen, totdat een troebelheid ontstaat, overeenkomende met die der zwakke cultuur.

Het spreekt van zelf, dat de *beide* sera, die men vergelijkt een vertragenden invloed op de ontwikkeling zullen kunnen uitoefenen, wat zij trouwens meestal doen, en dat men, als vloeistof van vergelijking kan kiezen een serum, waarvan de alexinen door verwarming op 55° gedood zijn.

Ten slotte nog de opmerking, dat ik gewoon ben met iedere vloeistof twee parallel-proeven te verrichten, zoodat bij vergelijking van de vloeistoffen vier buisjes tegelijk gecentrifugeerd worden.

Wat de nauwkeurigheid der methode betreft, kan ik mededeelen dat twee parallel-proeven mij nooit een grooter verschil dan 6.5 % van het geheele volumen van het sediment gaven. Uitvoeriger mededeelingen omtrent de methode, benevens cijfers voor de contrôleproeven, zullen weldra, tegelijk met de onderzoekingen over „de heilzame werking van veneuse stuwing en ontsteking in den strijd van het lichaam tegen bacteriën" in de Verhandelingen der Akademie verschijnen.

Bacteriologie. — De Heer HAMBURGER biedt voor het Verslag der Vergadering een opstel aan: *„Over de heilzame werking van veneuse stuwing en ontsteking in den strijd van het lichaam tegen bacteriën."*

In 1891 heb ik aangetoond,[1]) dat wanneer men CO_2 door bloed voert, het alkaligehalte van het serum stijgt; en deze stijging is zoo aanzienlijk, dat zij na schudden van arterieel bloed met 5 volumepercent CO_2, waardoor het een CO_2-gehalte verkrijgt gelijk aan dat van het natuurlijke veneuse bloed, ongeveer 30 pCt. bedraagt. Geheel in overeenstemming daarmede bleek mij, dat het jugularisplasma ± 25 pCt. rijker aan alkali is dan het carotisplasma,[2]) hoewel gedurende de strooming door de capillaria, het bloedvocht alkali aan de weefsels moet afgegeven hebben.

Ik heb bij vroegere gelegenheden (l. c.) en nog onlangs[3]) de beteekenis hiervan uit een physiologisch oogpunt in het licht gesteld, ik veroorloof mij thans, deze regeling van een bacteriologisch standpunt te beschouwen.

Met een enkel woord wil ik echter nog even in herinnering

[1]) Over den invloed der ademhaling op de permeabiliteit der roode bloedlichaampjes. Versl. en Meded. d. Kon. Akad. v. Wetensch. 3e R. Dl. IX, blz. 197.

[2]) Over het onderscheid in samenstelling tusschen arterieel en veneus bloed. Bijdrage tot de kennis van vergelijkend bloedonderzoek. Verh. d. Koninkl. Akad. v. Wetensch. Dl. I. No. 5. 1892.

Over den invloed der ademhaling op de verplaatsing van suiker, vet en eiwit. Verhand. d Kon. Akad. v. Wetensch. Dl. III. No. 10. 1894.

[3]) Over den invloed der ademhaling op het volumen en den vorm der bloedlichaampjes. Zittingsversl. d. Koninkl. Akad. v. Wetensch. 28 Nov. 1896.

Über den Einfluss von Säure und Alkali auf das Volum der rothen und weissen Blutkörperchen. Zittingsverslag van 27 Februari 1897.

brengen, hoe deze stijging van het alkaligehalte van het bloedvocht verklaard moet worden.

Zoowel in de bloedlichaampjes als in het serum komt het alkali in twee vormen voor: in een moeilijk diffusibelen vorm, als alkali-albuminaat, enz. en in een gemakkelijk diffusibelen: als $Na_2 CO_3$, $Na_2 HPO_4$, enz. Voert men nu CO_2 door bloed, dan wordt, zoowel in de bloedlichaampjes als in het serum, een deel van het albuminaat ontleed en er ontstaat vrij $Na_2 CO_3$; in de bloedlichaampjes meer dan in het serum, omdat de eerste het meeste albuminaat bevatten. Vandaar dat een deel van het in de bloedlichaampjes diffusibel geworden alkali in het serum overgaat. Dit alkali, gevoegd bij hetgeen reeds in het serum zelf vrij werd, doet het diffusibele alkaligehalte van het bloedvocht aanzienlijk stijgen. Maar er is nog een derde factor, en dat is de tot zwelling der bloedcellen aanleiding gevende overgang van water uit het serum naar de bloed lichaampjes, door welken overgang het serum als het ware meer geconcentreerd wordt en daarmede ook de concentratie van het diffusibele alkaligehalte toeneemt.

Nu is in de laatste jaren herhaaldelijk de aandacht gevestigd op de groote beteekenis van het alkali voor de anti-bacterieele werking van bloedserum. Het eerst heeft BEHRING [1]) er op gewezen, dat de immuniteit van ratten tegenover miltvuur met den graad van alkalische reactie van het bloedvocht op en neer gaat, en na hem zijn een lange reeks van onderzoekers gevolgd, die allen hebben geconstateerd, dat er een verband bestaat tusschen alkaliciteit en immuniteit. Ik noem slechts FODOR, die vond, dat men door inspuiting van alkali in de bloedbaan het weerstandsvermogen van dieren tegen miltvuur kan verhoogen [2]), en dat bij infectie met diverse pathogene bacteriën het alkaligehalte van het bloed afneemt, wanneer het dier zal te gronde gaan, maar dat het alkaligehalte stijgt bij die dieren, welke van de infectie herstellen [3]). Ik noem verder ARLOING, CORNEVIN en THOMAS, die door injectie van melkzuur in de bloedbaan de virulentie van den miltvuurbacil konden verhoogen, welke experimenten door ROUX en NOCARD werden bevestigd en uitgebreid [4]). CALABRESE [5]) toonde bij dieren, die tegen miltvuur, diphteritis en ricinus geïmmuniseerd waren, verhooging van bloed-

---

[1]) Centralbl. f. klin. Med. 1888, p. 39.

[2]) Centralbl. f. Bacteriol. Bd. VII, 1890, No. 24; Bd. X, 1891, No. 1.

[3]) Centralbl. f. Bacteriol. Bd. XVII, 1895, No. 6 en 7.

[4]) Centralbl. f. Bacteriol. Bd. XXII, 1896. (Ref. p. 566).

[5]) Giornale internazionale delle scienze mediche, Vol. XVII, No. 5, 1896.

alkalescentie aan. CANTANI JR.[1]) zag twee uren na inspuiting van anti-diphteritisch serum stijging der bloed-alkalescentie, welke stijging na 10 uren haar maximum bereikte, terwijl na 20 uren de alkalescentie weer normaal was. Injectie van diphteritisch toxine gaf vermindering van alkaligehalte, terwijl, gelijk gezegd is, inspuiting van anti-diphteritisch serum vermeerdering van alkaligehalte teweegbracht, welke laatste waarneming nog onlangs door FODOR en RIGLER werd bevestigd[2]). VON LINGELSHEIM[3]) en BOER[4]), bestudeerden in *vitro* de verhooging der bactericide werking van bloedserum door toevoeging van alkaliën. En aan die schrijvers kan ik nog een lange reeks van andere toevoegen, die allen constateerden dat er een verband bestaat tusschen alkaliciteit en immuniteit. (CHOR, KRAUS, LUBARSCH, PÖHL, LOEWY, LOEWY en RICHTER, ZAGARI, LÉPINE, CANARD, MYA en TASSIHARI, CANTANI SR., DE RENZI, VON JAKSCH, URANY, enz.).

Het scheen mij nu van belang na te gaan, of het serum van bloed, dat met CO_2 behandeld was, naast een hooger alkali-gehalte, ook een grooter anti-bacterieel vermogen zou bezitten dan het oorspronkelijke serum.

Het anti-bacterieel vermogen van de beide sera — zooals bekend is, bevat in het algemeen ieder serum anti-bacterieele stoffen (alexinen, BÜCHNER) — werd evenals bij alle volgende proeven op twee wijzen vergeleken

Volgens de eerste methode werden gelijke volumina van de te vergelijken vloeistoffen, na bedeeld te zijn met gelijke hoeveelheden eener bouilloncultuur, gedurende drie tot vier uren aan den invloed van lichaamstemperatuur blootgesteld. Na dien tijd waren de mengsels altijd nog volkomen helder en kon men overgaan tot de bepaling van de verhouding van het aantal nog levende of beter gezegd tot ontwikkeling geschikte bacteriën. Hiertoe werden gelijke hoeveelheden van de heldere vloeistoffen in buisjes met 5 cc. bouillon gebracht en deze buisjes gedurende ± 14 uur aan lichaamstemperatuur blootgesteld. Er hadden zich dan culturen ontwikkeld, waarin het gezamenlijk bacteriën-volumen op de in de vorige mededeeling[5]) beschreven wijze door centrifugeeren werd bepaald.

Voor de tweede methode werden de beide sera, die, gelijk gezegd,

1) Centralbl. f. Bacteriol. Bd. XX, 1896, No. 16 17.

2) Centralbl. f. Bacteriol. Bd. XXI, No. 4 en 5, 1897.

3) Zeitschr. f. Hygiene. Bd. VIII, pag. 201, 1890.

4) Zeitschr. f. Hygiene Bd IX pag. 479, 1891.

5) Een quantitatieve methode voor de bepaling van den schadelijken invloed van bloed- en weefselvocht op bacterien. Dit Zittingsverslag, blz. 465.

drie à vier uren aan den invloed van lichaamstemperatuur waren blootgesteld geweest en waarvan een weinigje genomen was voor enting, *opnieuw* in den oven van 38° geplaatst. Zij bleven daarin nog ongeveer 10 à 11 uur. In beide had zich dan een cultuur ontwikkeld, waarin de relatieve hoeveelheid levende bacteriën langs volumetrischen weg werd bepaald. Hiertoe werd van beide culturen door middel van een capillairbuisje, telkens een gelijk volumen afgemeten en verdeeld in twee buisjes met 5 cc. bouillon. Na ongeveer 14 uren werd de hoeveelheid van de zich daarin ontwikkeld hebbende bacteriën op de beschreven wijze door centrifugeeren bepaald. Intusschen kon men reeds vóór de eigenlijke volume-bepaling gemakkelijk op het oog zien, in welk buisje zich de bacteriën het krachtigst hadden ontwikkeld. Het was dan ook met dit doel, dat altijd buisjes van gelijke wijdte werden genomen.

Nog zij opgemerkt, dat alle experimenten werden verricht met twee mikrobe-soorten, den *staphylococcus pyogenes aureus* en den *bacillus anthrax*. waarvan zich de eerste tamelijk, de tweede weinig krachtig in paardeserum ontwikkelt.

De experimenten leerden eenstemmig, dat het serum van het met CO_2 behandelde bloed een veel grooter anti-bacterieel vermogen bezat dan het oorspronkelijke serum [1]).

Het interesseerde mij te weten, of misschien de indikking van het serum, welke door zwelling der roode bloedlichaampjes teweeggebracht wordt, [2]) hiervan de oorzaak was; daarom werd het serum van het met CO_2 behandelde bloed verdund, juist met dezelfde hoeveelheid water als het serum verloren had. Daardoor verminderde inderdaad het anti-bacterieel vermogen; maar het bleef toch nog veel grooter dan dat van het oorspronkelijke serum; wat trouwens te verwachten was, aangezien de concentratie-vermeerdering van het serum slechts één van de drie factoren is, waardoor het alkaligehalte van dit vocht stijgt. De beide andere factoren zijn, gelijk wij opmerkten, een overgang van alkali uit de bloedlichaampjes naar het serum en het vrij worden van alkali uit de albuminaten van het serum zelf. Dat de laatste factor nu werkelijk ook aan de stijging van het anti-bacterieel vermogen meewerkt, bleek uit het feit, dat wanneer het met water verdunde CO_2-serum met lucht werd geschud, waardoor CO_2 verdreven werd, en dus het diffusibel alkaligehalte afnam, het anti-bacterieel vermogen van

---

[1]) In dit opstel zal ik geen cijfers, doch alleen de resultaten vermelden; ik heb het plan uitvoerige mededeelingen te doen in de Verhandelingen dezer Akademie.

[2]) Vergel. Zittingsverslag van 28 November 1896.

het serum weer verminderde. Maar het bleef dan nog altijd grooter dan dat van het oorspronkelijke serum, wat trouwens ook met het alkaligehalte het geval was.

De hoeveelheid CO_2, waarmede het bloed in de zooeven bedoelde proeven geschud was, bedroeg ongeveer 20 volume-pCt. Ik herhaalde nu de proef met 5 volume-pCt., een hoeveelheid, die, gelijk men weet, ongeveer overeenkomt met het verschil in CO_2-gehalte tusschen veneus en arterieel bloed. Het resultaat was volkomen gelijk aan dat, verkregen bij de behandeling met 20 volume-pCt. CO_2.

Zooals ik zooeven mededeelde, had ik vroeger waargenomen, dat het serum van jugularisbloed ongeveer 25 pCt. diffusibel alkali meer bevat dan dat van carotisbloed. Daarom wenschte ik nu ook die beide sera met betrekking tot hun anti-bacterieel vermogen te vergelijken. *En geheel overeenkomstig het vermoeden bleek, dat het anti-bacterieel vermogen van jugularisserum soms 60 pCt. grooter was dan dat van carotisserum, onverschillig of het serum was verkregen door defibrineeren of door stolling* [1]).

Met deze feiten is geheel in overeenstemming hetgeen tal van onderzoekers hebben waargenomen na doorsnijding van vasomotorische zenuwen. Steeds vinden zij dat de bij doorsnijding van vasomotorische zenuwen opgewekte arterieele hyperaemie de door bacteriën verwekte ontsteking doet toenemen. (CHARRIN en RUFFER, Comptes rendus Société de Biologie, 1889; HERMAN, Annales de l'Institut Pasteur, 1891, No. 4; OCHOTINE, Arch. de Méd. expérim. 1892; ROGER, Soc. de Biol., 1890; FRAENKEL, Arch. de Méd. expérim., 1892; DACHE en MALVOZ, Annales de l'Inst. Pasteur, 1892).

Enkelen waren geneigd hier aan directen zenuwinvloed te denken, de anderen gaven in het geheel geen verklaring. Het lijdt geen twijfel of de verklaring moet gezocht worden in de omstandigheid, dat bij arterieele hyperaemie, tengevolge van de inwerking van O, het alkaligehalte van het bloedvocht, zooals ik vroeger waarnam, afneemt.

Is dan bij veneuse hyperaemie, waarbij, zooals ik vroeger vond, [2]) het alkaligehalte van het bloedvocht stijgt, het anti-bacterieel vermogen ook verhoogd? Deze vraag was niet moeielijk op te lossen. Bij een paard werd bloed uit de v. jugularis ontlast; een deel werd in een gesloten flesch gedefibrineerd, een ander deel aan zich zelf

[1]) Frappant was, dat het carotisserum van gedefibrineerd bloed altijd meer anti-bacterieel was dan hetgeen door uitpersing uit de bloedkoek werd verkregen. Hetzelfde was het geval met de beide jugularissera.

[2]) Onderzoekingen over de lymph. Verh. d. Kon. Akad. v. Wetensch., 1893.

overgelaten om te stollen en serum af te scheiden. Daarna werd de jugularis 10 minuten dichtgedrukt en werd weer in 2 flesschen bloed ontlast.

Met groote duidelijkheid bleek nu het serum van het stuwingsbloed een veel sterker anti-bacterieel vermogen te bezitten dan dat van het normale jugularisbloed.

Dit stemt volkomen overeen met de pathologisch-anatomische waarnemingen van ROKITANSKY [1]), dat zich bij chronische klapvliesgebreken, waarbij zooals bekend is een hooge mate van veneuse stuwing optreedt, geen tuberculose ontwikkelt. Tal van patholoog-anatomen en interne clinici van naam, — ik noem slechts BAMBERGER, TRAUBE, QUINCKE, — hebben op grond van uitgebreide ervaring deze stelling onderschreven. Daarentegen geeft pulmonaal-stenose een frappante *voorbeschikking* voor long-tuberculose. Men leest bij FRERICHS: Die Lungentuberculose ist das gewöhnliche Ende bei Krankheiten der Pulmonalarterie [2]). Ook dit stemt met mijn vroegere waarnemingen overeen; immers onder zulke omstandigheden vond ik steeds het alkaligehalte van het bloedvocht afgenomen [3]).

BIER [4]) heeft, geleid door de genoemde pathologisch-anatomische en klinische ervaringen, met groot succes de behandeling van tuberculose der ledematen door kunstmatige veneuse stuwing beproefd, en tal van chirurgen [5]) hebben over deze methode een zeer gunstig oordeel uitgesproken. Toepassing van kunstmatige actieve hyperaemie daarentegen gaf hem slechte resultaten.

Een verklaring zijner uitkomsten heeft BIER niet gegeven. Wel denkt hij aan een insluiting der bacteriën in het bindweefsel, dat tengevolge van kunstmatige, veneuse stuwing zou gevormd worden, maar zelf schijnt hij aan die verklaring niet veel beteekenis te

---

1) Med. Jahrbücher d. K. K. Oesterr. Staates. Band XXVI, Wien 1838, S. 417.

2) Wiener Med. Wochenschr. 1853, No. 53, S. 635.

3) Onderzoekingen over de lymph. l. c.

4) A. BIER. Behandlung chir. Tuberculose d. Gliedmaassen mit Stauungshyperämie. (Festschr. f. v. ESMARCH, Kiel u. Leipzig, 1893).

Weitere Mittheilungen über die Behandl. chir. Tuberculose mit Stauungshyperämie. (Arch. f. Klin. Chir. Bd. 48. 1894. p. 306).

5) C. WAGNER. Erfolg d. Behandl. v. Knochen- und Gelenktuberculose d. Extremitäten mit Stauungshyperämie nach BIER (Inaug. Dissert. Breslau 1894).

MIKULICZ. Zur Behandl. d. Tuberculose mit Stauungshyperämie nach BIER. (Centralbl. f. Chir. No. 12. 1894).

MILLER. Note on BIER's new method of treating strumons diseases of the extremitie by passive congestion. (Edinburgh Med. Journal. February 1894.) enz. enz.

hechten. Ongetwijfeld zal zij, althans voor een deel, wel gezocht moeten worden in de door veneuse stuwing veroorzaakte vermeerdering van het diffusibel alkali.

Intusschen zou de opmerking kunnen gemaakt worden, dat bij plaatselijke tuberculose zich de bacteriën toch in de lymphspleten en in de weefsels bevinden, doch niet in de bloedbaan, *en men zou zich de vraag kunnen stellen of dan, bij veneuse bloedstuwing, behalve vermeerdering van het anti-bacterieel vermogen van het bloedvocht, ook een stijging van dat van het weefselvocht plaats grijpt.*

Om deze vraag te beantwoorden prepareerde ik het halslymphvat van een kalfje en ving daaruit de lymph op bij vrije en bij dichtgedrukte jugularis, doch steeds bleek, dat de stuwingslymph een geringer anti-bacterieel vermogen bezat dan de normale. Tot op zekere hoogte kon ik met dit resultaat tevreden zijn, want ik had vroeger gevonden bij het paard [1]), en thans bij het kalf werd dit bevestigd, dat de lymph, welke afvloeit bij veneuse stuwing, veel minder alkali bevat dan normale lymph. Aan den anderen kant scheen het echter, dat, al mocht bij veneuse stuwing het *bloedserum* in anti-bacterieele kracht stijgen, dit niet het geval was met het weefselvocht. Bij nadere overweging echter werd het mij duidelijk, dat het niet aangaat de lymph, welke bij veneuse stuwing uit een lymphfistel vloeit, gelijk te stellen met die, welke onder den invloed van veneuse stuwing de weefsels drenkt.

1°. Bevat de stuwingslymph, terwijl zij in de weefsels is, veel meer CO_2 dan wanneer zij uit de lymphfistel is gevloeid; en nu moge ook iets dergelijks blijken bij vergelijking van de normale lymph, die in de weefsels vertoeft met de normale lymph, welke uit de lymphfistel vloeit, toch zal stuwingslymph bij afvloeiing uit het fistelbuisje relatief meer koolzuur verliezen en dus in diffusibel alkali-gehalte afnemen dan de normale. Ik heb mij daarvan overtuigd door het alkaligehalte van lymph, welke op normale wijze uit een lymphfistel afdroppelde, te vergelijken met die, welke uitvloeit nadat de lymphfistel eenigen tijd gesloten was geweest. In beide gevallen werd de lymph onmiddellijk in alkohol opgevangen, ten einde den overgang van diffusibel in niet-diffusibel alkali geheel te beletten. En nu bleek, dat de tweede lymphsoort meer diffusibel alkali bevatte dan de eerste. Dezelfde proef werd herhaald met lymph, welke bij veneuse stuwing afvloeide, en ook nu was het duidelijk, dat de lymph, welke eenigen tijd niet had kunnen afvloeien, veel meer diffusibel alkali bevatte dan die, welke op normale wijze afdroppelde. Maar tevens bleek, dat het

[1]) Onderzoekingen over de lymph. Verh. d. Kon. Akad. v. Wetensch. 1893.

verschil in het diffusibel alkaligehalte van het laatste paar lymphsoorten grooter was dan van het eerste paar. In volkomen overeenstemming daarmede gedroeg zich ook het anti-bacterieel vermogen. Zonder hier nauwkeurig in te gaan op de wijze van proefneming, wil ik toch opmerken, dat om het anti-bacterieel vermogen te bestudeeren, ik de lymph opving in zeer kleine buisjes die, om het ontsnappen van CO_2 tot een minimum te reduceeren, zoo spoedig mogelijk met een stopje werden gesloten.

2⁰. Gaat de pathologische veneuse stuwing, die eenigen tijd heeft geduurd, bijna altijd gepaard met het optreden van oedeem, en deze oedeemvorming ontstaat niet alleen, omdat er meer lymph geproduceerd wordt, maar ook zooals voor twee jaar door mij werd in het licht gesteld [1], door bemoeilijking van den lymph-afvoer. Dat onder deze omstandigheden de lymph een aanzienlijke hoeveelheid koolzuur opneemt, ligt voor de hand, en ik heb mij er van overtuigd, dat in de lymph evenals in het serum, koolzuur in staat is, diffusibel alkali vrij te maken.

3⁰. Zijn er gevallen van veneuse stuwing, waarbij dezelfde oorzaak, welke de afvloeiing van veneus bloed vertraagt, ook de afvloeiing der lymph direct belemmert.

Experimenteel kan men dezen toestand gemakkelijk te voorschijn roepen door om den poot van een hond een ligatuur te leggen. Deze drukt dan de venae en belemmert tegelijkertijd de afvloeiing der lymph. Weldra ontstaat er oedeem. Wanneer men nu een weinig hiervan onder de noodige voorzorgsmaatregelen opvangt, en tevens een weinig lymph verzamelt uit een lymphvat van den overeenkomstigen normalen poot, en men vergelijkt beide lymphsoorten uit een bacteriologisch oogpunt, dan vindt men, dat de oedeemlymph een veel grooter anti-bacterieel vermogen bezit dan de normale.

En hoe voerde Bier zijn methode uit? Op dezelfde wijze: Hij omsnoert de extremiteit boven den tuberculeuzen haard en wel zoo krachtig, dat er oedeem optreedt.

Uit het bovenstaande is men dus gerechtigd het besluit te trekken, dat veneuse stuwing, zoowel intra- als extravasculair, een krachtige anti-bacterieele werking uitoefent.

Maar de eigenschap van CO_2, om alkali uit de albuminaten vrij te maken, treedt niet alleen te voorschijn bij veneuse stuwing, ook bij **onsteking** doet zij zich gelden.

Gelijk bekend is, heeft spoedig nadat de ontsteking is ingetreden,

---

[1]) Stauungshydrops und Resorption. Virchow's Archiv. B. 141. S. 398. 1895.

verlangzaming van den bloedstroom in capillaria en kleine venae plaats. En hoe heftiger de ontstekingsoorzaak is, des te aanzienlijker is die verlangzaming, en hoe grooter ook de CO_2-ophooping in het ontstoken weefsel. Met die verlangzaming van den veneusen bloedstroom treedt ook exsudaat in het weefsel op.

Nu is het niet moeilijk langs kunstmatigen weg, een vloeistof te bereiden, die veel op exsudaat gelijkt. Men heeft slechts paardenserum, dat onmiddellijk na de bezinking der roode bloedlichaampjes verwijderd wordt, en waarin zich dus nog zoo goed als alle witte bloedlichaampjes bevinden, aan zichzelf over te laten, of, nog beter, te centrifugeeren. Neemt men dan een groot deel van de heldere vloeistof weg, dan houdt men serum over met veel witte bloedlichaampjes.

Behandelt men nu deze op exsudaat gelijkende vloeistof met een weinig koolzuur, dan stijgt met het diffusibel alkaligehalte het antibacterieel vermogen van het serum aanmerkelijk.

Volkomen hetzelfde ziet men, wanneer op een andere wijze kunstmatig exsudaat wordt gemaakt, door namelijk lymphklieren fijn te maken en uit te persen en het troebele vocht daarna te vermengen met bloedserum of lymph.

Schudt men nu deze massa met een weinig CO_2 dan is de stijging van het diffusibel alkaligehalte van het vocht zoo groot, als men het onder gelijke omstandigheden bij bloed nooit waarneemt [1]). Ik voer hier de laatstbedoelde proeven ook nog aan om er op te wijzen, *dat de sterke vermeerdering van alkali, welke in het vocht van de lymphklieren, onder den invloed van CO_2-ophooping (bijv. bij ontsteking van de lymphklier) moet plaats hebben, bijzonder doelmatig is, aangezien het juist de lymphklieren zijn, waar, gelijk bekend is, de bacteriën zich zoo veelvuldig verzamelen.*

Maar ik heb het niet gelaten bij proeven met kunstmatige exsudaten, ik heb ook experimenten verricht met *natuurlijk* exsudaat.

Een zuiver sereus exsudaat heb ik verkregen door een achterbeen van een hond gedurende 8 minuten ondergedompeld te houden in water van 65°. Bij vergelijking van het vocht met de normale lymph van de andere poot bleek de ontstekingsvloeistof een veel sterker anti-bacterieel vermogen te bezitten dan de normale lymph.

[1]) Men kan zijn oogen bijna niet gelooven, wanneer men ziet hoe aanzienlijk de vergrooting van het volumen der lymphcellen daarbij is; met deze vergrooting gaat de stijging van het alkaligehalte hand aan hand. (Vergel. mijn beide reeds geciteerde opstellen in de zittingsverslagen van 1896 en 1897).

Het exsudaat, dat één dag na de inwerking van het heete water nog zuiver sereus was, bevatte drie dagen na de inwerking veel witte bloedlichaampjes. Het werd in twee deelen verdeeld; het eene werd niet, het andere deel wèl met CO_2 behandeld. Beide gedeelten werden daarna gecentrifugeerd en van beide vloeistoffen werd nu het anti-bacterieel vermogen vergeleken. Het na CO_2-behandeling verkregen exsudaat-vocht had nagenoeg een tweemaal zoo groot anti-bacterieel vermogen als dat van het niet met CO_2 behandelde exsudaat, terwijl de anti-bacterieele werking van de laatstbedoelde vloeistof weer grooter was dan die van het oorspronkelijke, zuiver sereuse exsudaat.

Zoo ziet men hoe de witte bloedlichaampjes medewerken om het anti-bacterieel vermogen van het onstekingsvocht te verhoogen. Hoe grooter het relatief aantal witte bloedlichaampjes is, des te krachtiger stijgt, onder den invloed van CO_2, het alkali-gehalte en daarmede ook het anti-bacterieel vermogen van het ontstekingsvocht. Hierdoor krijgt de waarde van het „*pus bonum et laudabile*", der oude pathologen een tot nu toe onbekend nieuw experimenteel fundament.

Maar behalve dat door samenwerking met de witte bloedlichaampjes de *vloeistof* van het exsudaat aan anti-bacterieel vermogen wint, is het waarschijnlijk dat ook de *witte bloedlichaampjes* als zoodanig, door den invloed van CO_2 in anti-bacterieele kracht stijgen. Door METSCHNIKOFF toch is het eerst aan het licht gebracht, dat de witte bloedlichaampjes in staat zijn mikroben in zich op te nemen en dan te dooden. Bedenkt men nu dat, zooals mijne onderzoekingen hebben geleerd, onder den invloed van CO_2 ook het gehalte der witte bloedlichaampjes aan diffusibel alkali toeneemt, wordt het dan niet zeer waarschijnlijk dat daardoor ook de bacteriënvernietigende werking van de phagocyten zal bevorderd worden? Intusschen moet ik dadelijk bijvoegen dat ik deze hypothese nog niet aan het experiment heb getoetst.

Het komt mij voor, dat zich hieraan nog een aantal vraagpunten laten vastknoopen, die uit een theoretisch en uit een praktisch oogpunt gewichtig schijnen. Maar wat ook het onderzoek van die vraagpunten moge geven, in ieder geval kan nu reeds met zekerheid geconstateerd worden, **dat in de twee besproken eigenschappen van CO_2, namelijk om uit albuminaten diffusibel alkali vrij te maken en om de roode en witte bloedlichaampjes te doen zwellen, welke eigenschappen tot uiting komen bij veneuse stuwing en ontsteking, een tot nu toe onbekend, krachtig hulpmiddel gelegen is in den strijd van het organisme tegen mikroben.**

Natuurkunde. — De Heer VAN DER WAALS biedt voor het Verslag der Vergadering een opstel aan getiteld: „*Het evenwicht van een samengesteld vast lichaam in tegenwoordigheid van gas en vloeistof*".

Brengt men een enkelvoudig vast lichaam in een ledige ruimte, en verhoogt men de temperatuur tot het lichaam smelt, dan bestaan, als ook damp aanwezig is, in één zelfde ruimte 3 phasen bij een zelfde temperatuur en bij gelijken druk. Bij verdere verhooging der temperatuur is de vaste toestand niet meer aanwezig. Bij lager temperatuur was de vloeistof nog afwezig. Die ééne temperatuur waarbij de drieërlei toestanden tegelijk bestaan, wordt het triplepunt genoemd. Er bestaat voor een enkelvoudig lichaam slechts één zoodanige temperatuur. Door in de ruimte een neutraal gas toe te laten, zal de evenwichtstemperatuur wel een andere zijn, n.l. de smelttemperatuur onder hoogeren druk — maar in dat geval is er geen gelijkheid van drukking. De vloeistof en het vaste lichaam staan dan onder hoogeren druk, dan die welke het gasvormig lichaam uitoefent. Het triple-punt onderstelt dus dat geen andere stof tegelijkertijd in de ruimte aanwezig is.

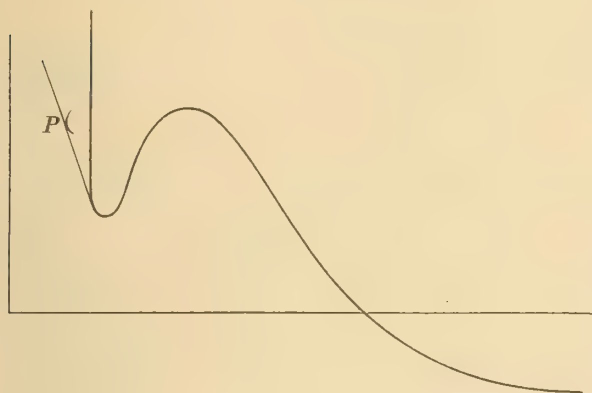
In de navolgende bladzijden wenschen wij te onderzoeken of ook bij een samengesteld lichaam een dergelijk triplepunt bestaat d.w.z. of er een temperatuur is, waarbij de samenstelling van vast lichaam, vloeistof en damp gelijk is. Wij zullen dus zeker al moeten uitsluiten stoffen, die evenals dit met zouthydraten het geval is, niet in hun geheel verdampen kunnen. Daar bij zouthydraten alleen water in den dampvorm kan voorkomen, en het zoutmolekuul daarin ontbreekt, is het duidelijk dat zij geen triple-punt bezitten. Maar ook bij andere stoffen, waarbij beide bestanddeelen in den damp voorkomen, zullen wij tot het besluit komen, dat zij geen eigenlijk gezegd triple-punt bezitten. Om dit en andere verwante eigenschappen te kunnen afleiden, zal ik mij bedienen van de meetkunstige eigenschappen van het ψ-vlak (zie Arch. Néerl. T. XXIV). Daar de temperaturen, waarbij ook de vaste toestand bestaat als lage temperaturen moeten beschouwd worden, zal dus de dwarsplooi (scheiding tusschen vloeistof- en damptoestand) aanwezig zijn. Maar daar de beide bestanddeelen in den vloeistoftoestand in alle verhoudingen mengbaar ondersteld worden zal de lengteplooi afwezig gedacht worden. Wanneer deze volkomen mengbaarheid ontbreekt, zijn er complicaties te wachten, die ik op het oogenblik buiten bespreking wensch te laten.

Daar het ψ-vlak, zooals ik het l. c. besproken heb, alleen den

vloeistof- en den damptoestand omvat, moet, om ook den vasten toestand in de beschouwingen op te kunnen nemen, aan het ψ-vlak een ψ-lijn voor den vasten toestand worden toegevoegd. Deze lijn moet geplaatst worden in een vlak evenwijdig aan het ψV-vlak en wel op zoodanigen afstand x_s als door de samenstelling van het vaste lichaam bepaald wordt. Het vaste lichaam wordt dus gedacht samengesteld te zijn, uit $1 - x_s$ mol. oplosmiddel tegen x_s mol. opgeloste stof.

Omtrent den vorm dezer toe te voegen ψ-lijn, en de plaats waar zij aangebracht moet worden, diene het volgende. Beschouwen wij de doorsnede van het ψ-vlak voor $x = x_s$ bij zekere temperatuur waarbij ook het vaste lichaam bestaat, dan is dit een lijn, waarvan nevensgaande figuur den vorm aangeeft.

Fig. 1.



Is p_s de druk, waaronder bij die temperatuur het vaste lichaam smelt, en het dus met een vloeistof van gelijke samenstelling coëxisteert, dan moet aan den vloeistoftak der geteekende kromme een raaklijn getrokken worden, zóó dat $tg\,\alpha = -p_s$; was nu bovendien het volume V_s voor een molekulaire hoeveelheid bekend, dan is een punt der ψ-lijn bijv. het punt P voor de vaste stof bekend. In de figuur is ondersteld, dat het volume in vasten toestand kleiner is dan in vloeibaren toestand. Daar de waarde van ψ voor den vasten toestand bij gelijkblijvende temperatuur van het volume afhangt en met $-pdV$ toeneemt, zou zoodra de afhankelijkheid van het volume van den druk bekend was, de ψ-lijn geconstrueerd kunnen worden. Bij hoogere temperaturen verandert èn de gedaante der ψ-lijn voor de vloeistof èn de gedaante der ψ-lijn voor de vaste stof. Maar bovenal verandert de betrekkelijke ligging van het punt P ten opzichte van het overige der figuur en dus ook van het ψ-vlak. Als de temperatuur stijgt komt P veel hooger te liggen — en omgekeerd. Dit volgt uit de vergelijkingen:

$$d\psi_s = -\eta_s\,d\tau - pdV_s$$

$$d\psi_l = -\eta_l\,d\tau - pdV_l$$

waarin de indices s en l op den vasten en op den vloeibaren toestand betrekking hebben.

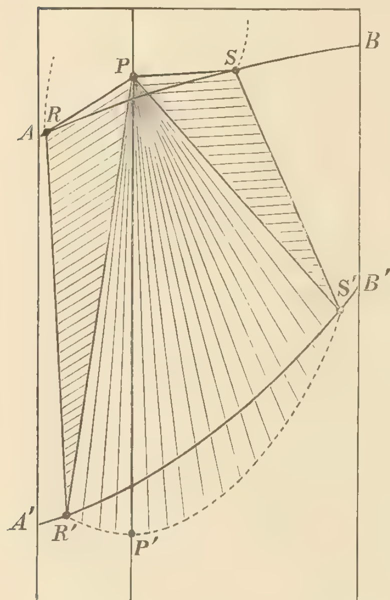
Bijgevolg

$$d\,(\psi_s - \psi_l) = -\,(\tau\eta_s - \tau\eta_l)\,\frac{d\tau}{\tau} - pd\,(V_s - V_l)$$

Nu is $\tau\eta_s - \tau\eta_l$ gelijk aan de smeltwarmte met negatief teeken, of $\psi_s - \psi_l$ neemt met τ toe. De invloed van het veranderd volumeverschil is te klein om daarbij in aanmerking te komen.

Om te vinden, welke phasen met het vaste lichaam coëxisteeren kunnen, hebben wij raakvlakken aan te brengen, die tegelijkertijd het ψ-vlak en de ψ-lijn voor het vaste lichaam aanraken. Beginnen wij bij zeer lage temperatuur, waarbij het punt P beneden de punten van den vloeistoftak ligt, dan kunnen raakvlakken worden aangebracht, die het oppervlak raken buiten de connodale lijn, aan den kant der gasvolumes, en tegelijkertijd op de ψ-lijn der vaste stof rusten; ook in dit geval kan er gesproken worden van een rollend raakvlak, dat steeds op het vlak en op de gegeven lijn moet blijven rusten. De opvolgende doorsneden van dit rollend raakvlak vormen een nieuw gederiveerd oppervlak, dat weinig van een kegelvlak verschilt. De aanrakingskromme met het oppervlak zij (fig. 2) de lijn $R'\,P'\,S'$, terwijl $A\,B$ en $A'\,B'$ de connodale lijnen voor coëxisteerende vloeistof- en gasphasen voorstellen. De punten R' en S' zijn de doorsneden der twee connodale lijnen, terwijl in P' de samenstelling der gasphase gelijk is aan die van het vaste lichaam.

Fig. 2.



De evenwichtsvoorwaarden voor de gevallen, door de lijn $R'\,P'\,S'$ voorgesteld zijn bekend. Het geldt toch de voorwaarden van evenwicht voor een verdampend vast lichaam wanneer er overmaat al of niet is in de gasphase van een der bestanddeelen. De waarnemingen van Horstmann, Isambert en anderen hebben de formule door den eerstgenoemde voor dat evenwicht gevonden bevestigd. Met behulp van het ψ-vlak wordt deze formule gevonden, door in vergelijking te brengen den eisch, dat het raakvlak aan een punt van de gastoestanden een element der ψ-lijn voor den vasten toestand

bevatte. Laten ψ, x en V de coördinaten zijn voor het punt waar het vlak een der gasphasen raakt; en ψ_s, x_s en V_s de coördinaten van het punt, waarin het vlak rust op de ψ-lijn, dan moet

$$(\psi - \psi_s) = \left(\frac{\partial \psi}{\partial x}\right)_{V_T} (x - x_s) - p\,(V - V_s) \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Nu is voor een gasphase, als de afwijkingen van de gaswetten verwaarloosd worden,

$$\psi = MRT\{(1-x)\log(1-x) + x\log x\} - MRT\log V$$

en

$$\left(\frac{d\psi}{dx}\right)_{V_T} = MRT \log \frac{x}{1-x}$$

en

$$pV = MRT.$$

Met behulp van deze betrekkingen wordt vergelijking (1)

$$(1-x_s)\log(1-x) + x_s\log x + \log\frac{p}{MRT} = \frac{\psi_s + pV_s}{MRT} - 1 \quad . \quad (2)$$

Het tweede lid dezer vergelijking (2) is slechts in zoo ver veranderlijk met x als p daarmede verandert; maar daar de variatie van het product pV_s klein blijft ten opzichte van ψ_s, kan het tweede lid met hoogen graad van benadering constant gesteld worden. Vergelijking (2) kan dan onder den vorm gebracht worden:

$$(1-x)^{1-x_s}\, x^{x_s}\, p = C \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Voert men de partieeldrukkingen der bestanddeelen in, n.l.

$$\frac{p'}{p} = 1 - x \text{ en } \frac{p''}{p} = x,$$

dan verkrijgt men den bekenden vorm:

$$p'\,(p'')^n = C$$

als

$$n = \frac{x_s}{1-x_s}.$$

Uit (3) volgt

$$\frac{dp}{p\,dx} = \frac{1-x_s}{1-x} - \frac{x_s}{x} = \frac{x - x_s}{x\,(1-x)}$$

De druk is dus afnemend met x als $x < x_s$ en omgekeerd. Heeft het gas de samenstelling van het vaste lichaam, dan is er minimumdruk. Uit $p = \infty$ voor $x = 0$ en $x = 1$ volgt, dat terecht in fig. 2 de kromme zoo geteekend is, dat zij in twee punten R' en S' de connodale lijn snijdt. Maar een vlak, rakende in R', is tegelijk raakvlak aan een punt bijv. R van den anderen tak der connodale lijn voor vloeistof en damp. Evenzoo een vlak, rakende in S', is tegelijk raakvlak in S. Er zijn dus bij zulke lage temperaturen, waarbij het vaste lichaam met damp in evenwicht kan zijn, twee raakvlakken aan te brengen, die het ψ-vlak en de ψ-lijn in drie punten raken, en het evenwicht aangeven, tusschen een vaste phase, een vloeistof- en een gas-phase.

De in fig. 2 gestippelde lijnen op het vloeistofgedeelte van het ψ-vlak, die in R of in S beginnen, stellen de connodale lijnen voor die verkregen worden door het rollen van een raakvlak, dat rust op het vloeistofgedeelte en de ψ-lijn. Mocht voor kleine veranderingen in den druk de ψ-lijn voor de vaste stof steeds met het punt P vereenzelvigd worden, dan is dit voor zeer groote drukkingen natuurlijk niet meer geoorloofd. Het gederiveerde oppervlak, dat door de mogelijkheid van het bestaan van het vaste lichaam ontstaat en het ψ-vlak gedeeltelijk overdekt, bestaat dus uit 5 afzonderlijke deelen: *a* het kegelvlak $P R' S'$, *b* de twee driehoeken $P R R'$ en $P S S'$ en *c* de twee ontwikkelbare regelvlakken, die het evenwicht tusschen vast en vloeistof bepalen. Voegt men hierbij de twee overblijvende gedeelten van het ontwikkelbare regelvlak, dat op de lijnen $A B$ en $A' B'$ rust, dan heeft men 7 deelen van het gezamenlijke gederiveerde oppervlak.

Maakt men nu voor verschillende waarde van x doorsneden, dan is het gemakkelijk in te zien welke verschijnselen bij verschillende waarde van het volume te wachten zijn. Zoo is voor waarden van x die grooter zijn, dan die van het punt S' of kleiner dan die van het punt R, het vaste lichaam onbestaanbaar tenzij misschien onder hoogen druk. Voor waarde van $x = x_s$, eene omstandigheid, die noodzakelijk vervuld is, als men het vaste lichaam in een ledige ruimte brengt, is bij een volume kleiner dan dat van P' het vaste lichaam aanwezig tegelijk met den damp. Voor alle andere waarden van x kan ook bovendien de vloeistof zich vertoonen, en wel als het volume zoover verkleind is, dat het binnen een der twee driehoeken valt. Zoodra de drie phasen tegelijk aanwezig zijn, heerscht er een onveranderlijke drukking.

Stel nu, dat de temperatuur wordt verhoogd, dan beweegt zich de lijn $R' P' S'$ naar den kant der kleine volumes. Een bijzonderen

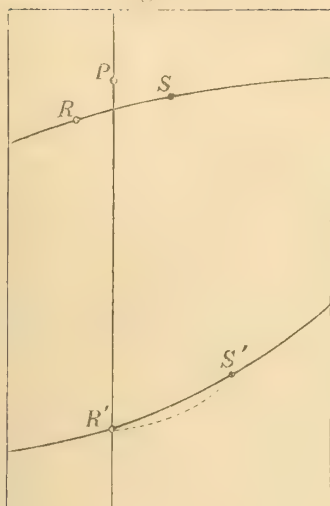
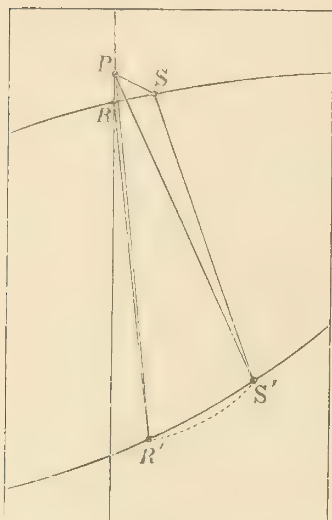


Fig. 3.

stand dezer lijn heeft men, als het punt R' met P is samengevallen, fig. 3. Dan is de temperatuur bereikt, waarbij het evenwicht van het vaste lichaam wel bestaat met damp, die rijker is aan een der bestanddeelen, maar niet met een die rijker is aan het andere bestanddeel. Een voorbeeld heeft men bij ongeveer de gewone temperatuur bij Cyanammonium. Een punt in den driehoek $R\,P\,R'$ stelt het evenwicht voor tusschen 3 phasen, waarvan er twee, nl. de vaste en de dampphase gelijk samengesteld zijn. Het punt R is in fig. 3 links van de lijn $P\,R'$ geteekend, in overeenstemming met de onderstelling, die reeds aan fig. 2 ten grondslag diende, n.l. dat de druk voor het evenwicht tusschen gas- en vloeistof-phase met toevoeging van het bijmengsel toeneemt. Mocht dit andersom zijn dan moet in de teekening wat rechts ligt links liggen en omgekeerd. Dat het punt R in de lijn $P\,R'$ zelve zou liggen, zou deze groote bijzonderheid beteekenen, dat juist voor de samenstelling van het vaste lichaam, er ook voor de coëxistentie van gas en vloeistof een minimumdruk aanwezig was. Daar in al de gevallen, waarin zulk een minimumdruk bestaat, de samenstelling niet in eenvoudige verhouding, maar in geheel onregelmatige verhouding gevonden is, terwijl de samenstelling van het vaste lichaam wel in eenvoudige verhouding ondersteld moet worden, kunnen wij het samenvallen van R met de lijn $P\,R'$ wel als alleen dan mogelijk beschouwen als het vaste lichaam zich als enkelvoudig lichaam gedraagt.

Gaan wij weder tot de teekening terug, en onderstellen wij verdere verhooging van temperatuur dan ontmoeten wij een tweeden bijzonderen stand der kromme $R'\,S'$, wanneer het punt R dezelfde waarde van x heeft als P. Bij stoffen waarvan beide bestanddeelen vluchtig zijn zal er somtijds slechts een geringe temperatuursverhooging noodig zijn om de lijn $R'\,S'$ van uit den eersten in den tweeden bijzonderen stand te brengen, des te geringer naarmate de vluchtigheid minder verschilt. Is deze tweede stand bereikt, zie fig. 4 dan liggen de beide driehoeken rechts van de lijn, die door P evenwijdig aan het $\psi\,V$ vlak getrokken is. Een punt van den eenen driehoek stelt coëxistentie voor van het vaste lichaam met een vloeistof van gelijke samenstelling en met damp, die rijker is aan een

Fig. 4.



der bestanddeelen. Daar dan het vaste lichaam en de vloeistof dezelfde samenstelling bezitten, hebben wij een punt der smeltlijn. Een punt in den tweeden driehoek stelt coëxistentie voor van het vaste lichaam met een vloeistof en een damp, die beide rijker zijn aan een der bestanddeelen.

Bij nog verdere verhooging der temperatuur bereiken wij den derden bijzonderen stand der lijn $R\,S'$ en wel den uitersten stand, waarbij nog coëxistentie van het vaste lichaam met damp mogelijk is. Dan raakt de lijn $R'S'$ de connodale lijn voor vloeistof en damp. Maar dan ook tegelijkertijd raakt de lijn $R\,S$ den tweeden tak der zelfde connodale lijn.

Zoowel het kegelvlak als de beide driehoeken zijn samengekrompen tot een rechte lijn. Een punt dier rechte lijn stelt coëxistentie voor van 3 phasen. Maar bij die temperatuur kan dus het vaste lichaam nog slechts met één vloeistof en één damp in evenwicht zijn, beide rijker aan dat bestanddeel, met welks toevoeging de drukking langs de connodale lijn voor vloeistof en damp toeneemt. Boven die temperatuur is de lijn $R'S'$ van dat gedeelte van het ψ-vlak, dat voor dampvolumes geldt, verdwenen, en kan dus het vaste lichaam nog slechts naast vloeistofphasen bestaan. Bij die grenstemperatuur is er tusschen de volumes voor een molekulaire hoeveelheid in de drie toestanden, en de samenstellingen een eenvoudige betrekking, en wel die welke verkregen wordt door de meetkunstige eigenschap, dat de 3 punten, welke deze toestanden voorstellen, op een rechte lijn gelegen zijn. Zijn deze volumes V_s, V_l en V_d, en de samenstellingen x_s, x_l en x_d — dan is

$$\begin{vmatrix} x_s, & V_s, & 1 \\ x_l, & V_l, & 1 \\ x_d, & V_d, & 1 \end{vmatrix} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (a)\ ^{1})$$

[1]) Had men de samenstellingen niet door de grootheid x gegeven, maar door n, als n aangeeft hoeveel molekulen bijmengsel op 1 molekuul oplossing voorkomen, en

Deze betrekking gelijkstaande met

$$\frac{x_l - x_s}{x_d - x_s} = \frac{V_l - V_s}{V_d - V_s}$$

toont gemakkelijk aan, wat in bovenstaande redeneeringen gewijzigd moet worden, als $V - V_s$ negatief is.

Resumeeren wij nu, wat er gebeurt, als een vast lichaam bij verschillende temperaturen in een ledige ruimte is gebracht, dan merken wij vooreerst op, dat er een hoogste temperatuur is voor coëxistentie met damp alleen; dat is de temperatuur, waarbij R' met P' samenvalt. Noemen wij ze maximum sublimatie-temperatuur, en stellen wij ze voor door τ_1. Daarop volgt een reeks van temperaturen waarbij het vaste lichaam naast vloeistof en damp bestaat. De hoogste van deze temperaturen is die, waarbij de vloeistof gelijk samengesteld is met het vaste lichaam. Deze reeks van temperaturen komt dus bij een samengesteld lichaam in de plaats van het triple-punt van een enkelvoudige stof. De hoogste van deze temperaturen is, omdat vast lichaam en vloeistof gelijk samengesteld zijn als een eigenlijke smelttemperatuur te beschouwen, en kan dus minimumsmelttemperatuur genoemd worden. Stellen wij ze voor door τ_2. Bij hoogere temperaturen bestaat de damp niet meer, en moet de coëxistentie van vloeistof en vast lichaam door verhoogden uitwendigen druk in stand gehouden worden. De hoogste temperatuur, waarbij de 3 toestanden coëxisteeren kunnen, en de hier boven beschreven rechte lijn voorkomt, kan niet bereikt worden, omdat dan de gemiddelde samenstelling grooter dan x_s zou moeten zijn.

---

evenzeer dat volume niet van 1 molekuul maar van $1 + n$ molekulen, dan wordt de betrekking (a)

$$\begin{vmatrix} \frac{n_s}{1+n_s}, & \frac{(V_n)_s}{1+n_s}, & 1 \\ \frac{n_l}{1+n_l}, & \frac{(V_n)_l}{1+n_l}, & 1 \\ \frac{n_d}{1+n_d}, & \frac{(V_n)_d}{1+n_d}, & 1 \end{vmatrix} = 0$$

of

$$\begin{vmatrix} n_s, & (V_n)_s, & 1 \\ n_l, & (V_n)_l, & 1 \\ n_d, & (V_n)_d, & 1 \end{vmatrix} = 0$$

Heeft het vaste lichaam echter grooter volume dan de vloeistof, dan moet aan het bovenstaande in zoover gewijzigd worden, dat dan deze hoogste temperatuur wel kan voorkomen. In dat geval hebben n.l. bij die hoogste temperatuur de vloeistof en de damp samenstellingen, waartusschen die van het vaste lichaam ligt. De temperatuur τ_2 is dan een maximumsmelttemperatuur.

De meeste der gevolgtrekkingen, in de vorige bladzijden ontwikkeld, kunnen ook afgeleid worden uit de formule, waardoor de afhankelijkheid van den druk met de temperatuur voor de 3 coëxisteerende phasen wordt voorgesteld. Deze formules, die ik in de Versl. en Meded. (3) I. 377. heb medegedeeld, en voor de toepassing waarvan de experimenteele onderzoekingen van Bakhuis Roozeboom zoo ruimschoots gelegenheid gegeven hebben, kan aldus gevonden worden. Uit de 3 vergelijkingen:

$$V_s\, dp - \eta_s\, d\tau = d\, M_1\, \mu_1 + x_s\, d\,(M_2\, \mu_2 - M_1\, \mu_1)$$

$$V_l\, dp - \eta_l\, d\tau = d\, M_1\, \mu_1 + x_l\, d\,(M_2\, \mu_2 - M_1\, \mu_1)$$

$$V_d\, dp - \eta_d\, d\tau = d\, M_1\, \mu_1 + x_d\, d\,(M_2\, \mu_2 - M_1\, \mu_1)$$

volgt

$$\frac{dp}{\begin{vmatrix} x_s, & \eta_s, & 1 \\ x_l, & \eta_l, & 1 \\ x_d, & \eta_d, & 1 \end{vmatrix}} = \frac{dt}{\begin{vmatrix} x_s, & V_s, & 1 \\ x_l, & V_l, & 1 \\ x_d, & V_d, & 1 \end{vmatrix}}$$

Substitueert men $T\eta = E + pV - M_1\,\mu_1 - x\,(M_2\,\mu_2 - M_1\,\mu_1)$, dan vindt men

$$T\frac{dp}{dT} = \frac{\begin{vmatrix} x_s, & E_s + p\,V_s, & 1 \\ x_l, & E + p\,V_l, & 1 \\ x_d, & E_d + p\,V_d, & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} x_s, & V_s, & 1 \\ x_e, & V, & 1 \\ x_d, & V_d, & 1 \end{vmatrix}}$$

of

$$T\frac{dp}{dT}-p=\frac{\begin{vmatrix} x_s, & E_s, & 1 \\ x_l, & E_l, & 1 \\ x_d, & E_d, & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} x_s, & V_s, & 1 \\ x_l, & V_l, & 1 \\ x_d, & V_d, & 1 \end{vmatrix}}=\frac{\begin{vmatrix} n_s & (E_n)_s, & 1 \\ n_l & (E_n)_l, & 1 \\ n_d & (E_n)_d, & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} n_s & (V_n)_s, & 1 \\ n_l & (V_n)_l, & 1 \\ n_d & (V_n)_d, & 1 \end{vmatrix}}$$

Bij de temperatuur T_1, waarbij R' met P' samenvalt, is $x_s = x_d$, dan vinden wij

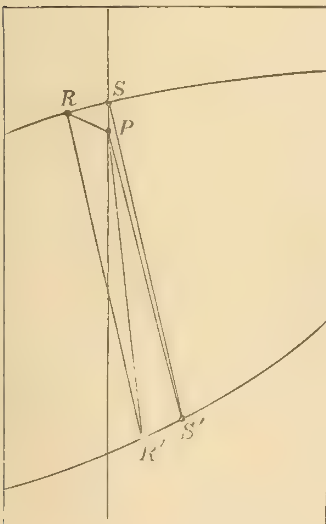
$$T\frac{dp}{dT}-p=\frac{E_d-E_s}{V_d-V_s}$$

Dus de stijging der pT kromme heeft dan een bedrag, zooals dat bij een sublimatiespanning voorkomt.

Bij de temperatuur, waarbij $x_l = x_s$, vinden wij

$$T\frac{dp}{dT}-p=\frac{E_l-E_s}{V_l-V_s}$$

Fig. 5.



en de pT kromme stijgt, zooals dat bij een smeltlijn geschiedt, dus veel sterker.

Bij de grenstemperatuur, als de noemer gelijk 0 is, is $\frac{dp}{dT}=\infty$.

Is $V_l < V_s$, dan toont fig 5, dat het punt op de pT kromme, dat een smeltpunt is, een hoogeren druk eischt, dan bij de grenstemperatuur aanwezig is. Bij nog hoogere temperatuur, als de 3 punten in een rechte lijn liggen, is S links gegaan naar punten van lageren druk. Het punt S ligt op den tak der hoogere drukkingen.

Natuurkunde. — De Secretaris biedt, namens den Heer KAMERLINGH ONNES, een opstel aan van den Heer E. VAN EVERDINGEN JR., getiteld: *„Over de vermeerdering van den weerstand van bismuth door magnetisatie, in verband met de dissymmetrie van het verschijnsel van* HALL", betrekking hebbende op onderzoekingen, verricht in het Natuurkundig Laboratorium te Leiden.

In eene mededeeling aan de Akademie, aangeboden in de zitting van 18 April 1895 heeft Dr. A. LEBRET aangetoond, dat de dissymmetrie van het verschijnsel van HALL in bismuth mathematisch kan worden beschreven door aan te nemen, dat in het magnetisch veld de weerstand van bismuth in verschillende richtingen met een verschillend bedrag toeneemt. Daarbij werd gewezen op de mogelijkheid van een verband tusschen deze richtingen en de kristallografische hoofdrichtingen.

Ook in mijne mededeelingen over dit onderwerp, aangeboden in de Zitting van 30 Mei 1896, is voortdurend van deze beschrijving gebruik gemaakt en werd de grootte van het verschil in de toename van weerstand voor eenige plaatjes berekend. Tevens werd het verband met de kristalrichtingen vrij zeker vastgesteld. Het was van belang te onderzoeken, of het bestaan van dit verschil in weerstand op onmiddelijke wijze kon worden aangetoond. Daartoe werden de volgende proeven genomen.

1. Nadat in een rond plaatje de symmetrie-assen waren bepaald, werd daaruit een vierkant gezaagd met de zijden evenwijdig aan die assen. Uit de overschietende randen werden twee langwerpige stukjes bismuth verkregen; aan ieder van deze werden op eenzelfde zijvlak met Wood's metaal twee „weerstandselectroden" gesoldeerd, welke verbonden waren door een weerstandsbank en één der klossen van een differentiaal-galvanometer. Vervolgens werden de stukjes tusschen de polen van den magneet opgesteld, zoodat ze elkaar, ofschoon ze gescheiden bleven, geheel bedekten, en werd door beide een stroom gezonden die ze achter elkander doorliep. In een der weerstandsbanken werd de weerstand op bijv. 100 Ohm gehouden, en in de andere bij verschillende magneetvelden de weerstand opgezocht, waarbij geen uitslag van den differentiaal-galvanometer werd waargenomen bij het sluiten van den hoofdstroom. Van de waarden, aldus voor beide richtingen van eenzelfde magneetveld verkregen, werd het gemiddelde genomen om den invloed van het HALL-effect te elimineeren.

Noemen we de verhouding der weerstanden buiten het magneetveld a, dan werd voor diezelfde verhouding gevonden:

in het magneetveld 5500 c. g. s. 1,005 . *a*
„ „ „ 7800 c. g. s. 1,022 . *a*

2. Om nu te beproeven of ook in de plaatjes zelf, die voor de bepaling der dissymmetrie gediend hadden, het op deze wijze gevonden verschil der weerstanden in verschillende richting kon worden aangetoond, werden er weerstandselectroden opgeklemd in de richting der assen, en de weerstand gemeten met den compensatiestroom. (Vergelijk de mededeeling van 18 April 1895). De hoofdstroom doorliep daarbij dus achter elkaar de rheotandraden (zie dezelfde mededeeling), en het bismuthplaatje. Het resultaat was niet bevredigend. De stroom loopt in deze plaatjes volstrekt niet uitsluitend in de richting van de verbindingslijn der primaire electroden. Ik had dan ook niet verwacht de juiste verhouding der weerstanden op deze wijze te leeren kennen. De ongunstige uitkomst echter bewoog mij, de berekening van het potentiaalverschil tusschen de primaire electroden uit te voeren met inachtneming van de verschillende toename van den weerstand in verschillende richtingen, welke berekening het resultaat opleverde, dat daarin geen term met de eerste macht van het weerstandsverschil voorkomt. Deze methode kon dus geen resultaten opleveren en werd dan ook verlaten.

3. Een der voor andere proeven gebezigde ronde plaatjes was vervaardigd uit een stuk bismuth, dat uiterlijk homogeen van kristalstructuur leek. Uit het overgebleven stuk werden nu twee bismuthzuiltjes gezaagd, met de lengterichting evenwijdig aan het vlak van het plaatje (dat zelf evenwijdig was aan een splijtvlak van het kristalstuk), in onderling loodrechte richtingen. Deze zuiltjes werden in een ebonieten raampje geklemd tusschen twee koperen schroeven, die de geheele eindvlakken bedekten, terwijl op een der zijden twee fijne weerstands-electroden uitkwamen. Het zuiltje werd door den hoofdstroom doorloopen, en de weerstand tusschen de weerstands-electroden evenals in § 2 vergeleken met dien van de rheotandraden van den compensatiestroom. Het bleek nu dat in een magneetveld van ± 5700 c. g. s. de weerstand van N°. 1 was toegenomen met 5,4 pCt., die van N°. 2 met 7,4 pCt. De soortelijke weerstand dezer zuiltjes was ± 154000 in c. g. s. eenheden [1]); 2 pCt. hiervan is ± 3100 c. g. s. De dissymmetrie van het verschijnsel van Hall (K_{11}—K_{22} van Lebret) waargenomen in een der standen van het plaatje was ± 2700 c. g. s. De richtingen der ribben van de zuiltjes ten opzichte van het stuk waaruit ze gesneden waren vielen niet vol-

[1]) In deze bepaling kan een tamelijk groote fout voorkomen, daar de afstand der electroden slechts 6 mM. was.

komen samen met die welke de symmetrie-assen van het plaatje ten opzichte van hetzelfde stuk hadden ingenomen; bovendien is bij ronde plaatjes K_{11}—K_{22} wel evenredig, maar niet volkomen gelijk aan de dissymmetrie; de overeenstemming tusschen bovengenoemde cijfers is voldoende, wanneer de onvermijdelijke waarnemingsfouten in aanmerking genomen worden.

4. Ook bij deze manier van waarnemen werden bij de beide richtingen van het magneetveld soms verschillende waarden voor den weerstand gevonden. De onderzoekingen naar de oorzaak van dit verschijnsel worden in de volgende mededeeling vermeld. Uit de waarnemingen in § 1 en § 3 medegedeeld kan men echter wel reeds besluiten, dat een verschillende weerstandstoename in het magnetisch veld voor verschillende richtingen in kristallijn bismuth werkelijk bestaat.

Natuurkunde. — De Secretaris biedt, namens den Heer KAMERLINGH ONNES, een opstel aan van den Heer E. VAN EVERDINGEN JR., getiteld: „*Over het verband van kristalrichting met weerstand, magnetische weerstandstoename en Hall-verschijnsel bij bismuth*", betrekking hebbende op onderzoekingen, verricht in het Natuurkundig Laboratorium te Leiden.

1. Het onderzoek in de vorige mededeeling vervat gaf aanleiding om meer algemeen de vraag te stellen hoe de coefficient van magnetische weerstandsvermeerdering in een bepaald vlak afhangt van den stand van dit vlak en de richting der magnetische kracht ten opzichte van de kristallografische as van het bismuth. Bij het nader onderzoek voegde zich daarbij de vraag, hoe de HALL-coefficient van diezelfde richtingen afhangt. Het antwoord op deze vragen wordt in § 8 gegeven. Beschrijven wij den gang der waarnemingen in onmiddellijke aansluiting aan de vorige mededeeling.

2. Nadat de weerstandsvermeerdering door magnetisatie bij de zuiltjes, besproken in het laatste gedeelte van de vorige mededeeling, onderzocht was, werden dezelfde waarnemingen herhaald met een zuiltje, dat uit hetzelfde kristalstuk gesneden was in een richting $\perp$ de beide vorige en $\perp$ het voornaamste splijtingsvlak. Het bleek, dat dit zuiltje niet alleen een grooteren soortelijken weerstand had, maar ook een veel grootere magnetische weerstandsvermeerdering vertoonde. Terwijl bijv. voor N°. 2 was gevonden een weerstand buiten het magnetisch veld van 154000 c.g.s. en een magnetische weerstandstoename van 7,4 %, waren hier de overeenkomstige getallen 176000 en 12,2 %. Een verschil in weerstand buiten het

magnetisch veld is reeds in 1855 door MATTEUCI [1]) opgemerkt, die opgeeft dat het geleidingsvermogen van bismuth in de richting ⊥ (voornaamste) splijtingsvlak zich verhoudt tot het geleidingsvermogen // dat vlak als 1 : 1,16.

Het scheen nu van belang te trachten plaatjes te verkrijgen, bij welke deze derde richting, de richting van grootsten weerstand buiten het magnetisch veld, evenwijdig aan de platte zijvlakken zou loopen; bij zulke plaatjes werd een groote dissymmetrie van het verschijnsel van HALL verwacht. Het onderzoek van deze plaatjes moest dan worden aangevuld met dat van drie zuiltjes, gesneden in de hoofdrichtingen. Daar geen der voorhanden kristalstukken groot genoeg was om een voldoend plaatje eruit te vervaardigen, werd ± 300 gram bismuth gesmolten, in een porceleinen schaaltje gegoten en daarin langzaam afgekoeld op de wijze, beschreven in de mededeeling aan de Akademie van 30 Mei 1896, pg. 54. Uit dit stuk bismuth werden gezaagd:

1°. Een rond plaatje met de zijvlakken verticaal, d. w. z. ⊥ horizontaal oppervlak van de gestolde bismuthmassa. (R 7).

2°. Een rond plaatje met de zijvlakken horizontaal. (R 8).

3°. Uit het bismuth onmiddellijk naast het eerste plaatje twee verticale en twee horizontale zuiltjes. (1, 2, I, II).

4°. Een horizontaal zuiltje, ⊥ de vorige, naast het tweede plaatje genomen. (3).

Het onderzoek der plaatjes gaf resultaten die niet aan de verwachting beantwoordden. R 7 had de assen juist in de richting der zuiltjes, R 8 niet. De dissymmetrie ($K_{11} - K_{22}$ van LEBRET) was bij geen van beide bijzonder groot, bij R 7 bijv. ± 5200 c.g.s. in een veld van ± 7700 c. g. s. (Ter vergelijking verwijzen we naar de resultaten van plaatje R 2 op p. 55 van genoemde mededeeling, waar we voor een veld van 8600 c. g. s. kunnen berekenen dissymmetrie ($K_{11} - K_{22}$) ± 14000 c. g. s.). Het zal later blijken (§ 8) dat de anisotropie in weerstand buiten het magnetisch veld weinig te maken heeft met de magnetische weerstandsvermeerdering. Bovendien bleek dat de plaatjes een verschillend sterk HALL-effect vertoonden; hierop komen we terug in § 5.

3. Het onderzoek der zuiltjes gaf eveneens resultaten die nader onderzoek eischten. (Verg. § 4 der vorige mededeeling). Opvallend was het zeer groote verschil, dat bij sommige optrad tusschen de waarden, verkregen bij het omkeeren van het magnetische veld

---

[1]) MATTEUCI, C. R. T. XL p. 541, 914.

(Magn. A., Magn. B.), dat loodrecht op een der lange zijvlakken gekozen was, bijv. bij zuiltje N°. 11 in een veld van 7700:

	Magn. A.	Magn. B.	Gem.
Toename in %	41,2 %	23,6 %	32,4 %.

Het scheen onaannemelijk, dat dergelijke verschillen veroorzaakt konden worden door Hall-stroomen die door de verschillende electroden, ofschoon ze op hetzelfde zijvlak uitkwamen tot een verschillend bedrag werden opgenomen, daar zij een belangrijk deel van het volle te verwachten Hall-effect vertegenwoordigden, dat men zou waarnemen wanneer beide electroden zich aan *verschillende* kanten van het zuiltje bevonden.

4. Om den aard van dit verschijnsel op te sporen en om te controleeren dat geen fouten in de waarnemingsmethode schuilen, bleek het wenschelijk, waar te nemen:

a. Met hoofdstroomen van verschillende sterkte.
b. In vier standen (1, 2, 3 en 4), verkregen door draaien van de zuiltjes om de verbindingslijn der hoofdstroom-electroden, telkens 90° verder.
c. In vier overeenkomstige standen, doch met verwisseling van voor- en achtervlak (gezien van uit de magneetpolen).
d. In dezelfde standen, nadat de dwarsafmetingen ongeveer tot de helft verminderd waren.
e. Met een electrolytisch neergeslagen plaatje.

Deze waarnemingen leverden de volgende resultaten:

a. De uitkomsten zijn volkomen onafhankelijk van de stroomsterkte en stroomrichting.

b. Voor zuiltje N°. 11.

Stand.	Magn. A.	Magn. B.	Gemiddelde.	Verschil.
1	41,2 %	23,6 %	32,4 %	+ 17,6
2	12,2	32,1	22,2	— 19,9
3	37,1	25,0	31,0	+ 12,1
4	11,5	39,8	25,7	— 28,3

c. Voor hetzelfde zuiltje.

1	20,7	34,0	27,4	— 13,3
2	31,8	16,6	24,2	+ 15,2
3	18,6	34,8	26,7	— 16,2
4	41,7	10,8	26,2	+ 30,9

d. Hetzelfde zuiltje.

1	25,5	38,3	31,9	— 12,8
2	26,6	18,1	22,4	+ 8,5
3	27,3	36,3	31,8	— 9,0
4	32,4	17,2	24,8	+ 15,2

e. Bij beide magnetisatie-richtingen (A en B) geheel dezelfde weerstandstoename.

Bij het bovenstaande is op te merken:

1°. Overeenkomst tusschen de standen 1 en 3 of 2 en 4; verschil tusschen 1 en 2 of 3 en 4. In de standen 2 en 4 is steeds het gemiddelde lager.

2°. Bij verwisselen van voor- en achtervlak keert het teeken van het verschil om. Bijzonder hooge of lage waarden komen nu bij tegengestelde magnetisatie voor.

3°. Bij *d* zijn de verschillen gemiddeld bijna tweemaal zoo klein geworden.

5. Een vrij waarschijnlijke verklaring van deze bijzonderheden kunnen we nu ontleenen aan de waarneming van het Hall-verschijnsel in de plaatjes R 7 en R 8. Terwijl n.l. R 7 als Hall-constante in een veld van 7700 c. g. s. opleverde 3,36 c. g. s., gaf R 8 6,39 c. g. s., dus bijna tweemaal zooveel. De verschillen tusschen de zuiltjes onderling toonen duidelijk genoeg aan, dat het bismuth niet geheel regelmatig gekristalliseerd was. Nemen we nu aan, dat de kristallen aan het eene einde van een zuiltje anders liggen dan aan het andere, dan zal ook aan het eene einde een tweemaal zoo sterk Hall-effect kunnen optreden, en het volle Hall-effect van plaatje R 7 als storing kunnen optreden in de weerstandsbepalingen. Na een draaiing over 90° om de lengteas van het zuiltje komt op de plaats, waar eerst het kleinste Hall-effect was, nu het grootste, tenminste wanneer de kristallen in eenzelfde dwarsdoorsnede nagenoeg parallel liggen: vandaar de omkeering van het teeken in het verschil. Worden voor- en achtervlak verwisseld, dan komt aan de electrode waar vroeger het sterke Hall-effect was nu het zwakke (de weerstandselectroden komen uit op het onderste vlak); ook thans keert dus het teeken van het verschil om. Worden de dwarsafmetingen tweemaal zoo klein, dan wordt de weerstand *vier*maal grooter, het Hall-effect slechts *twee*maal, dus de storing wordt betrekkelijk *twee*maal kleiner.

Deze verklaring werd bevestigd doordat ook bij de andere zuiltjes over 't algemeen dezelfde regelmatigheden werden opgemerkt.

Ten einde haar nader op de proef te stellen, daar het toch voorloopig nog niet zeker was dat het HALL-effect alleen van den stand van een vlak in het kristal ten opzichte van de magneetkracht afhing, werd van deze zelfde zuiltjes het HALL-effect direct bepaald in een voor dit doel opzettelijk samengesteld ebonieten raampje, en wel in de standen 1, 2, 3 en 4 (verg. § 3). Het resultaat was, in overeenstemming met wat verwacht werd, dat in vele gevallen zeer verschillende HALL-coefficienten werden verkregen. Men mag dus de verschillen op rekening van het HALL-effect stellen en we zullen daarom voortaan, om de waarde van den weerstand te verkrijgen, de gemiddelden nemen van de waarden voor beide richtingen van het magneetveld, en ook van de standen 2 en 4 of 1 en 2. Op dezelfde wijze zal gehandeld worden met de waarnemingen, na afloop van de bovenvermelde verricht met een stel van 3 onderling loodrechte zuiltjes, vervaardigd uit een der kristalstukken, geschonken door het „Königliches Blaufarbenwerk Oberschlema", dat bij onderzoek dezelfde verschijnselen, maar grootendeels veel regelmatiger vertoonde, en met de 3 zuiltjes van het in de vorige mededeeling besproken kristalstuk (afkomstig van MERCK) die thans aan een hernieuwd en uitgebreider onderzoek werden onderworpen, en nog grooter regelmaat vertoonden.

6. Ten einde nu de waarnemingen te overzien zal het meest geschikt zijn de aandacht te vestigen op het volgende:

Zooals bekend is, kristalliseert bismuth in het hexagonale stelsel en wel in rhomboaeders, die zeer weinig van kubussen afwijken. De hoofdas loopt tusschen de twee scherpste ruimtehoeken. Deze hoofdas nu valt samen met FARADAY'S magneetcrystal-as. Volgens MATTEUCI is zij ook as van grootsten weerstand; ook mijne metingen voeren tot dit resultaat. De voornaamste uitkomst der waarnemingen is nu, dat voor de richtingen in een vlak ⊥ krachtlijnen de weerstandstoename in het magnetisch veld voor bismuth het kleinst is, wanneer deze hoofdas met de magneet-krachtlijnen samenvalt, en dat ook het HALL-verschijnsel veel zwakker optreedt, wanneer de hoofdas dezen stand inneemt.

Bij het gegoten bismuth was uit den aard der zaak van den stand der hoofdas niets bekend. Daar zullen we dus vergelijken de richting van grootsten weerstand met de richtingen loodrecht daarop. We zullen nu eenvoudigheidshalve van de waarden voor de beide andere richtingen alleen een middencijfer vermelden onder den naam „tweede richting", en hier alleen mededeelen, dat de verschillen tusschen deze beide meestal zeer gering zijn en nooit zoo groot als die met de hoofdas.

GEGOTEN BISMUTH (§ 2).

Richting:	Hoofdas (⊥ plaatje R 7)	Tweede richting.	N°.	Opmerkingen.
Soortelijke weerstand.	147000		3	
		130000	1, 2, I, II.	
Weerstandstoename in %.	21,5	27,9	1	De getallen in de eerste kolom zijn niet de vermeerdering van den weerstand 147000, maar de vermeerdering van den weerstand 130000, wanneer de hoofdas met de krachtlijnen samenvalt.
	25,4	28,5	2	
	25,0	29,6	II	
	32,6	28,6	I	
		33,5	3	
HALL-*constante.*	1,77	7,77	1	De getallen achter de accolades zijn gemiddelden
	3,36 } 3,87	8,73	2	
	5,12	4,78	II	
	5,22	5,65 } 6,53	I	
		9,17	3	
	3,36		R 7	
		6,39	R 8	

Ofschoon er nog groote verschillen overblijven, is toch duidelijk zichtbaar dat de als „hoofdas" aangenomen richting de opgegeven eigenschappen heeft. Het gemiddelde der HALL-constanten voor de vier zuiltjes in den stand, overeenkomende met dien van het plaatje R 7 tusschen de polen, 3,87, wijkt niet veel af van de met R 7 verkregen waarde 3,36; evenzoo stemt het gemiddelde 6,53 met de waarde 6,39 van R 8 overeen.

De verschillen in de eerste kolom voor weerstandstoename moeten dienen ter verklaring van de in R 7 waargenomen dissymmetrie. Vormen we er twee gemiddelden uit, dan vinden we 23,5 (1,2) en 28,3 (I, II), dus verschil 4,8 %.

De oorspronkelijke weerstand is voor beide richtingen 130000, dus vinden we voor dissymmetrie 6240, terwijl gevonden is ± 5200. Het gevonden weerstandsverschil is dus meer dan voldoende ter verklaring van de dissymmetrie. Bovendien bleek bij onderzoek, dat ook het teeken van de dissymmetrie met de gevonden verschillen overeenstemt.

*

Kristalstuk van Oberschlema.

Richting:	Hoofdas.	Tweede richting.	N⁰.	Opmerkingen.
Soortelijke weerstand.	146000		4	
		122000	5	
		156000?	6	In 6 was een barst.
Weerstandstoename	17,5		5	
in $^0/_0$.	26,8		6	
		30,5	4, 5, 6	
Hall-*constante.*	0,96		5	
	4,43		6	
		7,59	4, 5, 6	

Zeer regelmatig waren vooral de uitkomsten verkregen met 5, voor een deel wel omdat dit het langste der drie zuiltjes was. Zoowel de waarden, bij de twee magnetisatierichtingen verkregen, als de gemiddelden in standen die 180° verschilden waren telkens tot op een onderdeel van een percent gelijk. De gevonden Hall-coefficienten waren 0,96 en 7,37. [1])

Kristalstuk van Merck.

Richting:	Hoofdas (⊥ plaatje R6)	Tweede richting.	N⁰.	
Soortelijke weerstand.	172000		3	
		151500	1, 2	
Weerstandstoename	6,5		1	
in $^0/_0$.	7,7		2	
		16,4	1, 2, 3	
Hall-*constante.*	1,28		1	
	1,47		2	
		7,30	1, 2, 3	
	± 2,00		R 6	

[1]) Met dit zuiltje zijn dezelfde waarnemingen herhaald bij zeer lage temperaturen; de uitkomsten zullen later worden medegedeeld.

Bij deze zuiltjes is bijna altijd de weerstandsvermeerdering voor beide magnetisatierichtingen tamelijk wel dezelfde. Dat de weerstand grooter is, en de weerstandsvermindering kleiner, zal misschien moeten toegeschreven worden aan zeer geringe onzuiverheid en snel afkoelen.

7. Pogingen zijn ook gedaan om bij de zuiltjes de dissymmetrie van het verschijnsel van HALL te meten. Deze zijn echter niet goed gelukt, waarschijnlijk doordat het hier niet geoorloofd is van de dikte in de richting der magneetkracht af te zien. In de richting dier magneetkracht nu is weinig of geen weerstandsverandering; er treedt dus dissymmetrie op, zoodra de HALL-electroden niet volkomen verticaal boven elkaar zijn gesteld. Zoo is misschien verklaarbaar dat, terwijl de boven gegeven voorstelling aanneemt, dat, wanneer een der kristalrichtingen met de magneetkracht samenvalt, geen dissymmetrie optreedt (immers de weerstandsverandering in alle richtingen van het vlak van het plaatje wordt dan door één vector bepaald) bij de voorhanden zuiltjes toch dissymmetrie werd waargenomen.

Ten slotte kan er hier op gewezen worden, dat de boven beschreven verschijnselen kunnen strekken tot verklaring van een aantal der onregelmatigheden, optredende in dissymmetrie en gemiddeld verschijnsel van HALL bij het onderzoeken van eenzelfde plaatje in verschillende standen [1]). Daar namelijk de plaatjes meestal niet homogeen kristallijn zijn, zullen beide waargenomen grootheden eenigermate afhangen van de ligging der toevallig aan de electroden geplaatste kristaldeeltjes en moet men à priori een ander HALL-verschijnsel verwachten, zoodra het plaatje anders is geklemd. Alleen de regelmatige verschillen tusschen symmetrie en dissymmetriestanden zullen hiermede nog niet opgehelderd zijn.

8. Voor de verklaring van de boven beschreven verschijnselen ligt het voor de hand, verband te zoeken met de magnetisatie. Men zou zich den toestand als volgt kunnen denken:

Buiten het magnetische veld kunnen de weerstanden in verschillende richtingen in een bismuthkristal voorgesteld worden door de voerstralen in een omwentelings-ellipsoïde, waarvan de grootste as samenvalt met de hoofdas van het kristal.

Een magnetische kracht, gericht volgens de hoofdas, veroorzaakt eene grootere magnetisatie dan dezelfde kracht werkende in een richting loodrecht op deze. Beschrijven we op dezelfde assen-

[1]) Zie Zittingsverslag van 30 Mei 1896, p. 49.

richtingen als boven een tweede omwentelings-ellipsoïde, waarvan de assen de verhouding hebben der magnetisaties in de twee genoemde gevallen, dan wordt, bij gegeven richting der magnetische kracht, de richting en betrekkelijke grootte der magnetisatie bepaald door den voerstraal naar het raakpunt van deze ellipsoïde en het raakvlak ⊥ de magnetische kracht.

De sterkte van het verschijnsel van HALL in een vlak plaatje uit een bismuthkristal wordt bepaald door de componente der magnetisatie ⊥ vlak van het plaatje. Wanneer de magnetisatie samenvalt met de hoofdas zal de coefficient van HALL voor het vlak loodrecht daarop een kleinere waarde hebben, dan wanneer de magnetisatie valt in een richting loodrecht op die as. Het ligt voor de hand aan te nemen, dat voor een willekeurigen stand van het vlak waarvan we den HALL-coefficient zoeken de waarde gevonden wordt uit de omwentelings-ellipsoïde op de uiterste waarden beschreven.

De magnetische weerstandstoename is, zooals bekend is, veel geringer in de richting der magnetische kracht dan in het vlak loodrecht daarop. Als *hypothese* stellen we nu: in het magnetische veld neemt de weerstand slechts toe in alle richtingen van een vlak ⊥ *magnetisatie;* in dit vlak worden alle weerstanden evenredig vermeerderd. De grootte der weerstandsvermeerdering wordt bepaald door de richting der magnetisatie. Valt deze richting samen met de hoofdas dan hebben we de kleinste, staat zij loodrecht op de hoofdas dan hebben wij de grootste vermeerdering. Het ligt voor de hand aan te nemen, dat voor een willekeurige richting de weerstandsvermeerderingscoefficient gevonden wordt uit de omwentelings-ellipsoïde op de beide uiterste waarden beschreven.

Na deze weerstandsvermeerdering zal de weerstands-ellipsoïde in het algemeen drieassig zijn geworden. De weerstanden in onderling ⊥ richtingen in een vlakke doorsnede zullen in 't algemeen in verschillende verhouding toenemen, waarmede de mogelijkheid van het optreden van dissymmetrie van het verschijnsel van HALL gegeven is.

De vergadering wordt gesloten.

(4 Mei 1897).

REGISTER.